РЕМОНТ МАШИН

За редакцією
О. І. Сідашенка та А. Я. Поліського

Допущено Міністерством
сільського господарства і продовольства України
як підручник для студентів і викладачів вищих
навчальних закладів інженерних спеціальностей

Київ
«Урожай»
1994

ББК 40.72я73
Р38

Автори: О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський, В. К. Аветисян, А. К. Автухов, В А. Бантковський, В. П. Карпусенко, П. К. Лебідь, П. С. Сиром'ятников, Т. С. Скобло, О. В. Тихонов, А. Г. Тридуб, І. Г. Шержуков, О. Г. Гулай.

Описані теоретичні основи та загальний технологічний процес ремонту машин і обладнання, технологічні процеси ремонту вузлів, агрегатів та деталей тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, обладнання для тваринництва і підприємств із переробки сільськогосподарської продукції. Розглянуті питання проектування технологічних процесів.

Для студентів та викладачів вищих навчальних закладів

Р $\frac{3703030000-083}{204-94}$ Без оголошення

ISBN 5-337-01568-0

© Сідашенко О. І., Науменко О. А., Поліський А. Я. та ін., 1994

ВСТУП

У будь-якої машини, незалежно від того, працює вона, простоює чи транспортується, змінюються фізико-механічні і геометричні параметри деталей. Одночасно знижуються техніко-економічні показники конструкції в цілому і настає момент, коли подальша її експлуатація неможлива або стає економічно недоцільною. Тому у процесі експлуатації машина потребує технічного обслуговування з метою підтримання її технічного стану, а також ремонту для відновлення цих якостей, коли експлуатація стає неможливою.

Проте, коли машина (або інша техніка) вийшла з ладу, то це ще не означає, що всі деталі та спряження втратили свої якості, оскільки деталі виготовлені з матеріалів із різними фізико-механічними властивостями і мають різну інтенсивність зношування; застосування системи допусків на розміри, похибка форми та шорсткість поверхонь, показники термічної обробки та інші параметри обумовлюють випадковість сприятливих та несприятливих поєднань цих параметрів у спряженнях і, як результат,— різні строки служби; неоднакова напруженість роботи деталей та вузлів; строки служби елементів окремих екземплярів машин мають значні розходження внаслідок різноманітних умов роботи.

Відомо, що при нормальній інтенсивності використання основні агрегати тракторів виробляють закладений конструкцією ресурс через 3—4 роки при розрахунковому строку служби 10 років і більше. Створювати ж техніку, яка не потребуватиме ремонту весь період експлуатації, економічно не виправдано, та і досягти цього у недалекому майбутньому неможливо.

Як показують досліди та практика, з одного боку, ремонту сільськогосподарської техніки уникнути технічно неможливо, а з другого — він є економічно доцільний. Адже більшість зношених деталей має високу залишкову вартість: при їх відновленні витрачається у 20—30 разів менше металу і матеріалів, ніж при виготовленні нових. Наприклад, понад 90 % деталей, віднесених до категорії повністю непридатних до подальшої роботи, мають знос всього 0,1—0,3 мм по діаметру, тобто втратили менше 0,5—0,1 % маси, і після відновлення 65—75 % їх загальної кількості практично можна використати вдруге.

Ефективне виконання усіх видів ремонтних робіт і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки із застосуванням прогресивних технологій може бути забезпечене широко розвину-

тою системою наукових, виробничих та інших структур. Тому необхідно створювати та постійно удосконалювати ремонтно-обслуговуючу базу сільського господарства.

До 1929 р., коли сільськогосподарська техніка використовувалась у сільськогосподарських кооперативах та на державних сільськогосподарських базах, її обслуговували від випадку до випадку, а ремонтували після закінчення сільськогосподарських робіт.

Після колективізації, коли масово утворилися колгоспи, ремонтно-обслуговуюча база розвивалась відповідно з насиченням сільського господарства технікою. Цьому сприяв у тридцятих роках розвиток автотракторного та сільськогосподарського машинобудування. Сільськогосподарські машини та знаряддя були зосереджені на машинно-тракторних станціях (МТС), які виконували основні механізовані сільськогосподарські роботи за договорами з колгоспами, а також технічне обслуговування і ремонт власної техніки у відповідності з розробленою планово-попереджувальною системою.

У роки Великої Вітчизняної війни ремонтно-обслуговуючу базу на Україні було сильно зруйновано. Із 1946 р. почався період її відновлення: будувались ремонтні майстерні МТС, які оснащувались необхідним технологічним обладнанням.

У 1958 р. сільськогосподарську техніку МТС передали колгоспам, яким довелося будувати майстерні для виконання нескладних ремонтних та обслуговуючих робіт. А МТС були перетворені в ремонтно-технічні станції.

У 1961 р. функції керівництва ремонтно-обслуговуючою базою від Міністерства сільського господарства були передані Всесоюзному об'єднанню «Союзсільгосптехніка», яке функціонувало на всіх адміністративно-територіальних рівнях (союз, республіка, область, район). У цей період був створений Державний союзний науково-дослідний технологічний інститут ремонту та експлуатації тракторів і сільськогосподарських машин (ГОСНИТИ), який, зокрема, розробив типову технологію ремонту тракторів і сільськогосподарських машин. В Україні функціонував філіал цього інституту.

До 1970 р. склалася певна система організації ремонту сільськогосподарської техніки, за якої капітальний ремонт машин та їх агрегатів, а також централізоване відновлення деталей здійснювали на спеціалізованих ремонтних підприємствах, а поточні ремонти та технічне обслуговування — у майстернях господарств (колгоспів і радгоспів).

У 1978 р. ВО «Союзсільгосптехніка» перетворилось у Державний комітет по виробничо-технічному забезпеченню сільського господарства (Держкомсільгосптехніка), а у 1979 р. з нього відокремилося управління по відновленню деталей «Ремдеталь» із науково-дослідними, проектно-технологічними та виробничими підрозділами.

Незважаючи на численні виробничо-структурні перетворення у сфері технічного обслуговування та ремонту техніки, до 80-х років високоефективної діяльності ремонтно-обслуговуючої бази забезпечити не вдалось: міжремонтний ресурс тракторів складав 45—50 % доремонтного, простої тракторів у ремонті досягали 30 % календарного часу, дефіцит запасних частин практично не зменшувався, спеціалізовані підприємства здебільшого не забезпечували нормативної довговічності відновлених деталей.

Переорієнтація економічної політики України на введення ринкових відносин і розвиток різних форм власності в усіх галузях народного господарства неминуче зумовили зміни і в структурі існуючої ремонтно-обслуговуючої бази, в її організації, управлінні, технології виробництва, ремонті і обслуговуванні сільськогосподарської техніки. Для суттєвого підвищення рівня її технічного обслуговування та ремонту виявилися необхідними, щонайменше дві умови: по-перше, технічне обслуговування і ремонт повинні розглядатись не як щось другорядне, а як невід'ємна частина, певна стадія процесу механізації сільськогосподарського виробництва, по-друге, взаємовідносини між виробником та споживачем сільськогосподарської техніки повинні будуватись на основі пріорітетності споживача.

Зарубіжний досвід у галузі обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки та відповідні досягнення вітчизняних виробничих й інших структур вказують на шляхи розвитку ремонтно-обслуговуючої бази сільського господарства в Україні у нових економічних умовах. Зокрема, йдеться про створення системи обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки за прямою участю заводів-виготівників (фірм-виготівників), тобто про технічний сервіс у широкому розумінні.

Треба зауважити, що досвід розвинутих країн у цих питаннях досить різноманітний, але принципово загальним є саме системний підхід. Система складається із трьох підсистем: виробництво сільськогосподарської техніки — технічний сервіс — користувач сільськогосподарською технікою. Взаємозв'язок між підсистемами як у цілому, так і всередині їх будується на економічній основі. Фірма-виготівник, як правило, бере на себе всю відповідальність за організацію технічного сервісу протягом усього періоду експлуатації техніки (фірмовий сервіс). Пріоритет за третьою підсистемою — користувач сільськогосподарською технікою.

Сервіс виконується за вимогою користувача і полягає у наданні послуг щодо придбання машин, знарядь, приладів безпосередньо силами виробника та посередників — технічних центрів.

Технічний сервіс як підсистема включає в себе багато структурних елементів: підприємства з технічного обслуговування і ремонту машин і обладнання, виробництва по відновленню деталей, служби забезпечення запасними частинами і матеріалами, інфор-

маційна і рекламна служби, організація з підготовки кадрів тощо. Ефективне функціонування такої підсистеми забезпечує можливість безперебійної і економічної експлуатації сільськогосподарської техніки і обладнання.

Таким чином, виробництво — технічний сервіс — користувач повинні розглядатись взаємопов'язано, як єдина система, в якій збій однієї з підсистем призводить до розрегулювання всієї системи. Така система з добре налагодженим зворотним зв'язком сприяє науково-технічному прогресу у всіх трьох підсистемах.

Взагалі іноземні фірми приділяють технічному обслуговуванню і ремонту раніше випущених машин не менше уваги, ніж виробництву нових. Про це свідчать швидкі темпи виготовлення засобів обслуговування і ремонту. У технологічних процесах ремонту агрегатів і машин, а також відновлення деталей закладаються такі рішення, які забезпечують високу якість і надійність відремонтованої техніки, а ресурс відновлених деталей — не нижче нових.

Існуюча ремонтно-обслуговуюча база сільського господарства в Україні нині перебудовується для функціонування в умовах ринкової економіки та конкуренції у напрямку створення розглянутої вище єдиної системи: виробництво — технічний сервіс — користувач.

З цією метою утворено концерн «Украгротехсервіс», який забезпечує сільськогосподарські підприємства деякою технікою та обладнанням для ремонтних підприємств. Ремонтні підприємства областей утворюють об'єднання по виробничо-технічному забезпеченню сільського господарства (обласні агротехнічні об'єднання). Ремонтно-технічні підприємства (РТП) набувають самостійності, налагоджують зв'язки із заводами-виготівниками, виконуючи функції посередників (дилерів). Утворюються приватні, кооперативні, акціонерні підприємства по обслуговуванню і ремонту сільськогосподарської техніки різні за видом, обсягом та складністю виконуваних робіт.

При підготовці даного підручника використано вітчизняний і зарубіжний досвід у ремонті техніки, відповідні наукові розробки, а також результати досліджень, виконаних за участю авторів. Матеріал, викладений відповідно до навчальної програми, сприятиме якісній підготовці інженерів-механіків з питань ремонту сільськогосподарської техніки.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

1.1. ПРЕДМЕТ І ЗМІСТ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ ЯК НАУКОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Процес якісної зміни предметів природи називається *технологічним процесом. Технологія* ж — це сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей і форми сировини, матеріалу або напівфабрикату для одержання готової продукції.

Технологія ремонту машин тісно пов'язана з технологією машинобудування (у тому числі автотракторного і сільськогосподарського). Але якщо технологія машинобудування — це галузь науки, яка займається вивченням закономірностей, діючих у процесі виготовлення машин, то технологія ремонту — це галузь науки, яка займається вивченням закономірностей у процесі їх ремонту.

Технологію ремонту машин від технології їх виготовлення відрізняє ряд суттєвих особливостей, які дозволяють виділити її серед інших наук як самостійну.

Основна особливість технології ремонту машин полягає в тому, що вихідним об'єктом під час ремонту є не сировина, матеріали і напівфабрикати, як під час виготовлення, а складові частини самих машин, які змінились у період їх використання і у зв'язку з цим вичерпали свій ресурс або мають деякий його запас. Ремонтне виробництво має справу з повністю або частково зношеними і несправними деталями машин. У зв'язку з цим наука про технологію ремонту машин повинна грунтуватися на точному уявленні про стан машин та їх складові частини, які надходять у ремонт.

Технологія ремонту машин має й такі особливості, як наявність у технологічному процесі розбирально-мийних і контрольних операцій, а також операцій по відновленню початкових властивостей несправних деталей. У процесі складання використовують не тільки нові деталі, але й деталі частково зношені (придатні без ремонту) і відновлені.

Отже, предмет наукової дисципліни «Технологія ремонту машин» — це способи впливу на несправні складові частини машин відповідних знарядь виробництва з метою реалізації (використання) їх залишкової довговічності і відновлення справності машин при найменших затратах праці та коштів.

Виходячи з визначення предмету, головними завданнями технології ремонту машин як науки є вивчення: закономірностей зміни стану елементів машин у процесі експлуатації і впливу їх на залишкову довговічність; закономірностей виконання — технологічних процесів під час ремонту машин і виявлення параметрів, діючи на які можна підвищити якість і ефективність ремонту.

Науково обгрунтоване рішення завдань базується на відповідних наукових дослідженнях, до яких відносяться:

1. Дослідження процесів, що викликають втрату роботоздатності складальних одиниць машин (агрегат, вузол, механізм, з'єднання, деталь), і факторів, які впливають на підвищення їх інтенсивності. Практичним результатом досліджень є розробка способів зниження інтенсивності дії шкідливих процесів, тобто розробка способів підвищення надійності машин.

2. Дослідження загальних закономірностей зношування деталей за часом з метою оцінки показників надійності машин і обладнання і розробка на їх основі конструкторсько-технологічних заходів, спрямованих на підвищення надійності машин.

3. Теоретичне і експериментальне обгрунтування параметрів, які характеризують технічний стан зношених деталей і можливість їх подальшого використання без ремонту або необхідність ремонту. До таких параметрів відносяться розміри, похибки форми і взаємного розміщення робочих поверхонь, зазори у спряженнях тощо. На основі результатів досліджень розробляються технічні вимоги на контроль деталей під час ремонту. Вони також використовуються як вихідні дані для розрахунку потреби у запасних частинах, визначення номенклатури і обсягів відновлення деталей.

4. Дослідження, пов'язані з удосконаленням технологічних процесів, які застосовуються під час ремонту деталей і машин.

Технологія ремонту машин відноситься до прикладних наук, об'єктом яких є машини, верстати, обладнання, механізми та інші технічні пристрої. Вона спирається на положення теорії тертя, мащення, зношування, старіння і надійності машин.

Завдяки таким вченим, як В. В. Єфремов, В. І. Казарцев, Б. І. Костецький, І. В. Крагельський, І. С. Левитський, В. В. Селіванов, І. Є. Ульман та ін., багато питань з технології, а також організації ремонту машин одержали теоретичні обгрунтування. Це дало можливість вирішити практичні проблеми в галузі технології і організації ремонтного виробництва.

1.2. ЗМІНА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН І ВИНИКНЕННЯ ДЕФЕКТІВ ДЕТАЛЕЙ

При конструюванні і виробництві машин закладаються певні експлуатаційні показники, які забезпечують виконання машиною заданих функцій, тобто задаються функціональні, а також інші її якісні властивості, які оцінюються відповідними параметрами. До функціональних параметрів можна віднести, наприклад, тягове зусилля трактора, потужність двигуна, питому витрату палива; для сільськогосподарських машин — глибину оранки, рівномірність висіву тощо.

У процесі експлуатації машини на її елементи (спряження і деталі) діють шкідливі явища і руйнівні процеси, які призводять до погіршення функціональних властивостей, змінюючи їх технічний стан. Рівень технічного стану машини характеризує її здатність (або нездатність) виконувати задані функції і оцінюється співставленням фактичних значень параметрів із заданими у технічній документації.

Руйнівні процеси пов'язані з робочим процесом, який виконує машина, зовнішнім середовищем, природою матеріалу тощо.

До основних видів руйнівних процесів можна віднести: тертя і зношування деталей, пластичне деформування, явище втомлюваності, корозію.

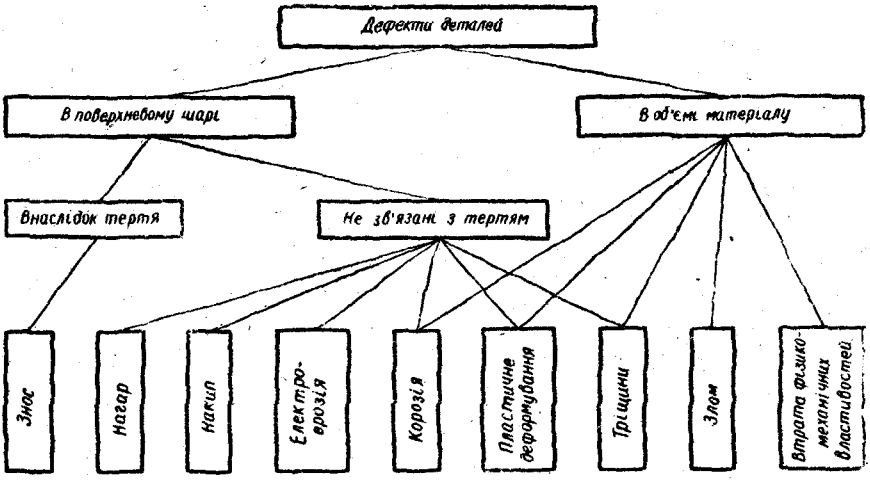
Під час роботи машини мають місце шкідливі явища і процеси, які створюють напружені режими функціонування окремих складових її частин, особливо двигуна. Наприклад, відкладання накипу і нагару, а також вібрація сприяють підвищенню інтенсивності руйнівних процесів, які погіршують технічний стан деталей.

Крім того, деталям машин властиве старіння — самостійний перехід матеріалу з нестабільного стану у стабільний. Воно пов'язане з переміщенням атомів у металі, тобто зі зміною кристалічної структури матеріалу. У випадку старіння має місце деформація деталей, особливо відчутна для великогабаритних, складних за конструкцією і відповідальних деталей. Ось чому при виробництві машин такі деталі, як блок циліндрів двигуна і корпуси агрегатів трансмісії, піддають попередньому (до обробки) природному (на повітрі) або штучному (прискореному за рахунок підвищення температурних умов) старінню з тим, щоб після механічної обробки не було деформацій, які викликають похибки в геометрії оброблених поверхонь.

Старіння полімерів є процесом деструкції, тобто розпаду макромолекул під впливом різних факторів (температури, світла). Внаслідок старіння деталі з полімерних матеріалів втрачають свої фізико-механічні властивості, головним чином еластичність, внаслідок чого не можуть виконувати своїх службових функцій.

Складний та багатофакторний процес фізичного старіння машин та іншої сільськогосподарської техніки — неминучий і об'єктивний, безперервний і природний, хоча інтенсивність його виявлення у значній мірі залежить від якості самих машин, їх технічного обслуговування в процесі експлуатації, якості ремонту, тобто пов'язана зі сферою виробництва, експлуатації і ремонту (див. додаток).

Діючи на деталь, руйнівні процеси змінюють її розміри, форму та фізико-механічні властивості, утворюють різні дефекти, призводять до несправності вузлів, агрегатів і машин (рис. 1.1).



1.1. Класифікація дефектів деталей машин

1.3. ОСНОВИ НАУКИ ПРО ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ

Зовнішнє тертя (тертя) — це опір відносному переміщенню, який виникає між двома тілами у зонах контакту їх поверхонь.

За наявністю відносного руху розрізняють тертя спокою і тертя руху, а за характером відносного руху — тертя ковзання, тертя кочення і тертя кочення з проковзуванням.

Сила тертя — це сила опору відносному переміщенню одного тіла по поверхні іншого під дією зовнішньої сили, тангенціально спрямованої до загальної межі між цими тілами.

Найбільшою є така сила тертя спокою, перевищення якої призводить до переміщення одного тіла по поверхні іншого.

Коефіцієнтом тертя є відношення сили тертя до нормальної сили, яка притискає тіла одне до одного.

Коефіцієнт зчеплення — це відношення найбільшої сили тертя спокою до нормальної сили, яка притискає тіла одне до одного.

Зношування — це процес відокремлення матеріалу з поверхні тертя твердого тіла і (або) збільшення його залишкової деформації під час тертя, яка проявляється у поступовій зміні форми і (або) розмірів тіла.

Знос — результат зношування, який визначається у встановлених одиницях (довжини, об'єму, маси тощо).

Швидкість зношування — це відношення величини зносу до інтервалу часу, протягом якого відбувалося зношування.

Інтенсивність зношування — це відношення величини зносу до шляху тертя, на якому відбувалося зношування.

Стійкість проти зношування — властивість матеріалу протидіяти зношуванню в певних умовах тертя, яка оцінюється величиною оберненої швидкості зношування або інтенсивності зношування.

Тертя — невід'ємний процес, який супроводжує роботу кожного механізму, обладнання, машини. У підшипниках, поршневих системах, зубчастих передачах та інших спряжених парах тертя призводить до зношування поверхонь і значних енергетичних втрат. За деякими оцінками до $^1/_3$ світових енергетичних ресурсів витрачається на подолання тертя. Більше 80 % машин втрачають свої функціональні властивості внаслідок тертя в рухомих з'єднаннях.

Тертя і зношування — дві сторони одного явища, обумовленого взаємодією двох контактуючих тіл під час їх руху одне відносно одного. Тертя включає в себе силову характеристику цього явища (сила і коефіцієнт тертя), зношування, пов'язане з руйнуванням поверхонь тертя.

Наука про тертя пройшла довгий шлях свого розвитку і формування. Перші відомі досліди для вивчення тертя були поставлені Леонардо да Вінчі у 1508 р. Він же відкрив закон, що сила тертя пропорційна навантаженню:

$$F = fN,$$

де f — коефіцієнт тертя, який дорівнює 0,25.

Майже через 200 років (у 1699 р.) французький фізик Амонтон своїми дослідами підтвердив закон Леонардо да Вінчі, встановивши, що коефіцієнт тертя не залежить від розміру поверхні, а величина його становить 0,3.

У ранніх роботах переважали чисто механічні уявлення про тертя. В основу вивчення тертя була покладена механічна взаємодія елементарних нерівностей тертьових поверхонь. При цьому розглядались шорсткі поверхні твердих і абсолютно жорстких тіл.

З розвитком науки про будову речовини була висунута гіпотеза і розвивались ідеї про молекулярні сили взаємодії. Відповідно до цієї гіпотези вважалось, що тертя обумовлене подоланням сил молекулярного зчеплення, яке виникає між твердими тілами. А сила тертя збільшується зі зменшенням шорсткості, оскільки у випадку тіснішого наближення поверхонь збільшується молекулярне зчеплення між ними.

У 1778 р. Ш. Кулон запропонував формулу, яка характеризує подвійну природу тертя:

$$F = A + \mu N,$$

де A — характеристика зчеплюваності двох тіл, яка не залежить від навантаження; μ — коефіцієнт пропорційності.

Але в інженерній практиці продовжували застосовувати закон Леонардо да Вінчі — Амонтона. У міру нагромадження знань про тертя цей закон все більше втрачав силу, оскільки з'ясувалось, що коефіцієнт тертя визначається не тільки природою матеріалів,

але й такими факторами, як шорсткість, розмір поверхні, стан поверхневих плівок тощо.

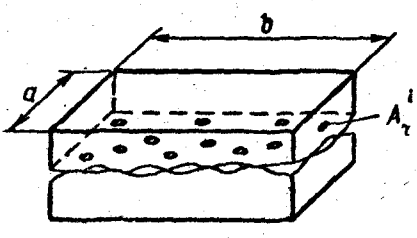
Думка про вплив на тертя сил молекулярної дії висловлювалась багатьма вченими. Найглибше теоретичне обгрунтування ця гіпотеза знайшла в роботах Б. В. Дерягіна (1934 р.).

Але між молекулярною і механічною теоріями тертя збільшувались протиріччя. Механічна теорія не могла пояснити, чому із зменшенням нерівності поверхні коефіцієнт тертя підвищувався, *або чому у міру перебування двох свіжосколотих поверхонь кристалів* на повітрі коефіцієнт тертя їх різко падає. Молекулярна теорія не могла пояснити залежність сили тертя від швидкості ковзання тощо.

Подальші дослідження призвели до комбінованих молекулярно-механічних теорій тертя. Найбільше поширилась молекулярно-механічна теорія тертя, побудована на основі певної, раніше заданої моделі контактуючих поверхонь твердих тіл, розроблена І. В. Крагельським (1949 р.).

В основу зовнішнього тертя двох тіл покладено взаємодію поверхневих зв'язків, їх роботу і руйнування, які призводять до зношування поверхонь.

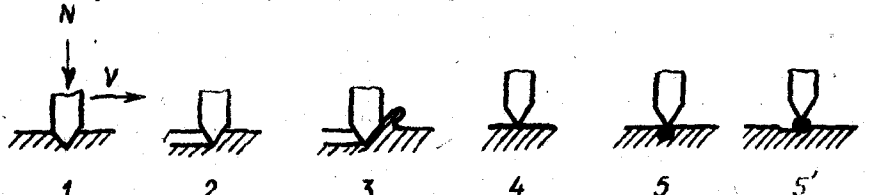
Внаслідок хвилястості і шорсткості поверхонь площа фактичного їх *контакту завжди становить невелику* частку (1,0—0,01 %) номінальної площі контакту і складається з множини плям, які називаються фрикційними зв'язками (рис. 1.2). Ці фрикційні зв'язки при відносному переміщенні *поверхонь безперервно ви-*



1.2. Номінальна (A_0) і реальна (A_2) площі контакту $A_0 = ab \gg A_r = \sum_{i=1}^{n} A_r^i$, де n — кількість контактів

никають і, проіснувавши деякий час, зникають, оскільки у контакт вступають то одні, то інші виступи. Так повторюється багато разів.

За моделлю І. В. Крагельського, існує п'ять видів порушення фрикційних зв'язків, які супроводжуються певними явищами і процесами залежно від сил молекулярної (адгезійної) взаємодії і глибини впровадження (деформації), рис. 1.3:



1.3. Основні види порушення фрикційних зв'язків

1. Пружне деформування матеріалу виступами контртіла — має місце, коли діюче навантаження і адгезія не призводять до виникнення в зоні контакту напружень, які перевищують межу текучості. Руйнування матеріалу (знос) можливе лише в результаті фрикційної втомлюваності (кількість циклів до руйнування близько 10^8). За цього виду фрикційних зв'язків можуть виникати відшарування (наприклад, у підшипниках кочення), викришування (наприклад, у зубчастих передачах).

2. Пластичне відтиснення матеріалу — якщо контактні напруги досягають межі текучості, але матеріал обтікає занурені виступи контртіла. Даний вид порушення фрикційних зв'язків викликає явище дряпання — утворення заглиблень на поверхні тертя у напрямку ковзання. Знос у цьому випадку буде результатом багатоциклової фрикційної втомлюваності (кількість циклів не більше 10^4).

3. Мікрорізання — якщо контактні напруги або деформація досягають руйнуючих значень (порушується режим обтікання виступів деформованим матеріалом). Руйнування в цьому випадку відбувається при перших же актах взаємодії.

4. Адгезійне порушення фрикційного зв'язку — схоплювання плівок, які покривають поверхні твердих тіл, та їх руйнування. Це явище не призводить безпосередньо до руйнування, але впливає на величину діючих на контакті напружень і деформацій.

Досить важливим фактором при терті є різниця між міцністю адгезійного зв'язку і міцністю шарів, розміщених нижче. Якщо зв'язок слабкий порівняно із шарами, які лежать нижче, то має місце позитивний градієнт механічних властивостей на глибині шару, тобто:

$$d\tau/dz > 0,$$

де τ — опір на зсув; z — глибина, яка відраховується від місця торкання. У випадку позитивного градієнта має місце зовнішнє тертя. Якщо

$$d\tau/dz < 0,$$

то виникає внутрішнє тертя.

5. *Когезійне відривання* — виникає при явищі схоплювання, тобто місцевого з'єднання двох твердих тіл внаслідок дії молекулярних сил, якщо міцність фрикційного зв'язку вище міцності шарів матеріалу, які лежать нижче. У цьому випадку можливе заїдання (внаслідок схоплювання, відривання і переносу матеріалу з одної поверхні на іншу) і утворення задирок. Зношування відбувається (як і в третьому випадку) після перших же актів взаємодії.

Вид порушення фрикційного зв'язку характеризується відношеннями:

$$h/R,$$

де h — глибина заглиблення нерівності; R — її радіус;

та

$$\tau/\sigma_т,$$

де τ — опір на зсув на цій нерівності; $\sigma_т$ — межа текучості матеріалу.

Однією з найважливіших характеристик процесу зношування є питома інтенсивність лінійного зносу, що показує, яка кількість матеріалу в середньому зношується з одиниці фактичної площі дотикання на одиниці фактичного шляху тертя. У загальному вигляді ця характеристика визначається з рівняння:

$$i = \frac{k}{n}\sqrt{\frac{h}{R}},$$

а питома інтенсивність зносу пов'язана з інтенсивністю зносу I таким співвідношенням:

$$I = i\frac{A_r}{A_a},$$

де k — коефіцієнт, який залежить від мікрогеометрії поверхні тертя; n — число циклів, яке призводить до руйнування; A_r — фактична площа контакту; A_a — номінальна площа контакту.

Питома інтенсивність зносу чутлива до виду порушення фрикційного зв'язку: у випадку пружного контакту $I = 10^{-6}—10^{-7}$, пластичного — $10^{-3}—10^{-4}$, мікрорізання — $10^{-2}—10^{-1}$.

Реалізація того або іншого порушення фрикційних зв'язків головним чином залежить від цілого ряду факторів (навантаження, шорсткості, температури, об'ємних і поверхневих властивостей матеріалу, зовнішнього середовища тощо).

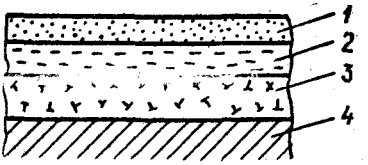
На основі адгезійно-деформаційної технології розроблені деякі методи розрахунку для вирішення окремих задач тертя і зношування.

Теорія фрикційних зв'язків дала можливість розглянути механізми процесів і явищ, які виникають в умовах тертя контактуючих поверхонь. Було відзначено і те, що ці процеси ускладнюються під впливом різних зовнішніх факторів.

Але необхідно звернути увагу ще на одну обставину. Тонкі поверхневі шари матеріалу, які беруть участь у процесі тертя, не є застиглими структурами. Вони змінюються, пристосовуються, чутливо реагують на умови, в яких опинились. Само тертя часто виступає в ролі стимулятора цих змін і перетворень.

Під впливом сил тертя відбувається складна сукупність процесів, яка змінює властивості вихідного матеріалу.

Особливості тертя і зношування в значній мірі визначаються первісною будовою поверхневих шарів, їх структурою і міцністю зв'язків з основними металом. На рис. 1.4 наведена принципова схема будови поверхневого шару металу. Над ювенільною, тобто фізично чистою поверхнею, яка складається тільки з атомів або



1.4. Схема будови поверхневого шару металу:

1 — адсорбовані плівки газів, води або органічних речовин; 2 — змащувальна рідина; 3 — шар окислів; 4 — ювенільна поверхня тіла

молекул даного матеріалу і вільна від будь-яких продуктів впливу зовнішнього середовища, знаходяться шари окислів, які відрізняються своїми властивостями від основного металу. На поверхні окисного шару залежно від умов можуть знаходитись адсорбовані плівки газів, води або органічних речовин. У випадку тертя з мащенням на поверхні знаходяться головним чином орієнтовані полярно-активні вуглеводи, які входять до складу масла.

Якщо розглядати тертя ювенільних поверхонь як один з граничних випадків, то другим граничним випадком буде гідродинамічний режим мащення, коли поверхні поділені макроплівкою масла, яке має об'ємні властивості. Між цими граничними випадками знаходиться досить широкий клас тертя.

Особливістю граничних шарів є те, що їх властивості відмінні від об'ємних властивостей мащення і значною мірою визначаються дією поля твердого тіла. Наприклад, плівка рідини на поверхні одержує квазикристалічну властивість, що виявляється в анізотропності, в одержанні властивостей пружності тощо.

У поверхневих шарах під час тертя виникають різні явища, які суттєво впливають на процес зношування. Наприклад, на твердих поверхнях під впливом мастильного середовища, яке містить полярні компоненти, може відбуватись розпушення (глибиною близько 0,1 мкм), викликане адсорбцією активних молекул з мастильного середовища на утворених при деформації ювенільних поверхнях. При терті таке явище адсорбційного зниження міцності поверхневого шару (ефект Ребіндера) може призвести до його пом'якшення і зниження межі текучості, що впливає на знос і коефіцієнт тертя.

Металофізики Л. С. Палаткін і І. М. Любарський, вивчаючи кінетику дифузійних і фазових перетворень у локальних мікрооб'ємах при терті двох твердих тіл, доказали, що в результаті мікродифузійних процесів відбувається перерозподіл складу твердих тіл; у мікрооб'ємах спостерігається флуктуація температури, причому може бути досягнута температура фазових перетворень. Увесь цей комплекс процесів призводить у ряді випадків до виникнення на поверхні тертя тонкого аустенізованого шару, який характеризується високою роботоздатністю під час значних деформацій і забезпечує підвищену стійкість проти зношування.

Для вирішення ряду теоретичних питань і розробки окремих практичних методів керування тертям у машинах Б. І. Костецьким застосована теорія дислокацій.

Таким чином, сучасна наука про тертя — це гранична галузь знань. Її зміст — це синтез фізики, хімії, термодинаміки, матеріалознавства, металознавства, металофізики та інших наук.

Враховуючи, з одного боку, складність керування процесом тертя для технічного прогресу і, з другого боку, пов'язані з тертям значні енергетичні втрати і матеріальні витрати, у 60-ті роки в Англії, а потім у ФРГ та інших західних країнах наука про тертя, знос і мащення набула самостійної назви — трибологія (від грецького *tribos* — тертя).

Міждисциплінарний характер трибології потребує кооперації спеціалістів відповідних областей науки і техніки й використання системного підходу, що повинно сприяти вирішенню складних задач у напрямку створення загальної теорії, необхідних класифікацій і розробок методик для інженерних розрахунків на знос.

Зараз розроблено проект ДСТ України * «Тертя, зношування і мащення. Терміни і визначення». Комплекс термінів і визначень, які ввійшли в проект, являють собою систему взаємопов'язаних понять і класифікацій, які отримали загальне визнання на міжнародному рівні. На відміну від ГОСТ 27674—88 «Тертя, зношення і мащення. Терміни і визначення» проект містить системні поняття, які використовуються в стандартах європейських держав. В Україні спеціалістами розроблений і в 1992 р. вийшов другим виданням «Словник-довідник з тертя, зносу і мащення деталей машин», куди також увійшли системні поняття.

Трибологія — наука про явища і закономірності тертя, зношування і мащення та взаємодії двох тіл при їх переміщенні.

Триботехніка — сукупність знань про методи і засоби, які використовуються у практичних додатках трибології.

Трибометрія — розділ триботехніки, який відноситься до виміру і (або) визначення характеристик тертя і зношування.

Трибосистема — сукупність усіх трибоелементів, які беруть участь у терті і зношуванні, їх властивостей і зв'язків, параметрів, діючих на трибоелементи ззовні, а також характеристик тертя і зношування.

Елемент трибосистеми (трибоелемент) — контактуючі тіла, мастильний матеріал і навколишнє середовище, які безпосередньо беруть участь у процесі тертя.

Структура трибосистеми — це елементи трибосистеми, їх властивості і зв'язки між ними, що виникають у процесі тертя.

З позиції системного підходу при розгляді фізичної системи як об'єкту досліджень всі фактори (змінні), які характеризують систему або мають до неї яке-небудь відношення, поділяють на три групи: вхідні — характеризують зовнішні дії на вході системи;

* Проекти розроблені фізико-технічним інститутом низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України.

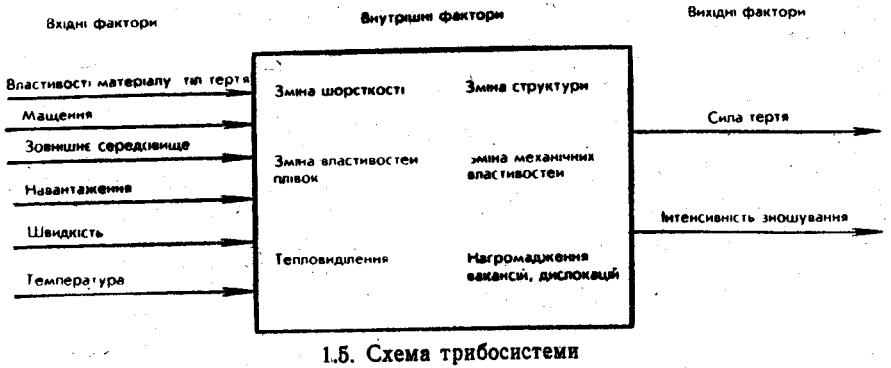
стану — внутрішні (проміжні) фактори, сукупність яких повністю характеризує властивість системи;

вихідні — передбачають ті реакції на зовнішні дії і ті стани системи, які являють інтерес як результат досліджень або рішень інженерних задач.

Сама система у загальному вигляді є «чорним ящиком» — умовна назва системи, в якій зовнішньому спостерігачеві доступні лише вхідні та вихідні величини, а внутрішня будова її і процеси, що в ній протікають, невідомі (сховані).

З розвитком науки про тертя, зношування і мащення удосконалювались наукові підходи, методи і засоби експериментальних досліджень. Широке застосування знайшла особлива форма експерименту, яка полягає у дослідженні об'єкту на його моделі: предметне (фізичне), предметно-математичне і математичне (знакове) моделювання. Застосування методів активного експерименту (планування експерименту) дозволило оцінити взаємозв'язок вхідних і вихідних параметрів, пов'язуючи їх через рівняння регресії, використовуючи апарат теорії імовірності і математичної статистики. Розроблені оригінальні методики проведення експериментів для безпосереднього вивчення внутрішніх факторів, які породжуються самим процесом зношування.

На рис. 1.5 наведена схема трибосистеми у вигляді «чорного ящика». На схемі відображені внутрішні фактори, які в тій або іншій мірі розкриті дослідниками.



1.5. Схема трибосистеми

Властивості трибосистеми характеризують якість її функціонування.

Пристосованість трибосистеми — властивість трибосистеми при зовнішній дії змінювати і стійко самовироблять свою структуру в енергетично вигідному напрямку.

Сумісність при терті — властивість матеріалів тертьових тіл і мастильного матеріалу разом забезпечувати заданий рівень характеристик тертя і зношування.

БІБЛІОТЕКА
Пе... ...огічної

Припрацювання — властивість матеріалів тертьових тіл у процесі зношування змінювати геометрію поверхонь тертя і фізико-механічні властивості поверхневих шарів, що призводить до зменшення сили тертя і зносу.

Мастильна здатність — властивість мастильних матеріалів знижувати силу тертя і зносу.

Несуча здатність (стійкість до заїдання) — здатність трибосистеми функціонувати без заїдання при навантаженні. Характеризується максимальним значенням навантаження, перевищення якого призводить до заїдання.

Теплостійкість трибосистеми — властивість трибосистеми функціонувати без заїдання при розігріванні. Характеризується максимальним значенням температури, яка виникає в трибоелементі при підведенні тепла ззовні і (або) генерованого у процесі тертя, перевищення якої призводить до заїдання.

Усталене тертя і (або) зношування — стаціонарний стан трибосистеми, який характеризується динамічною рівновагою і саморегулюванням процесу в трибосистемі і проявляється в стійкості характеристик тертя і зношування.

Заїдання — нестаціонарний стан трибосистеми, який характеризується збільшенням сили тертя і пошкодженням тертьових поверхонь внаслідок адгезії і переносу матеріалу. Заїдання може завершуватись припиненням відносного руху.

1.4. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ ЗНОШУВАННЯ

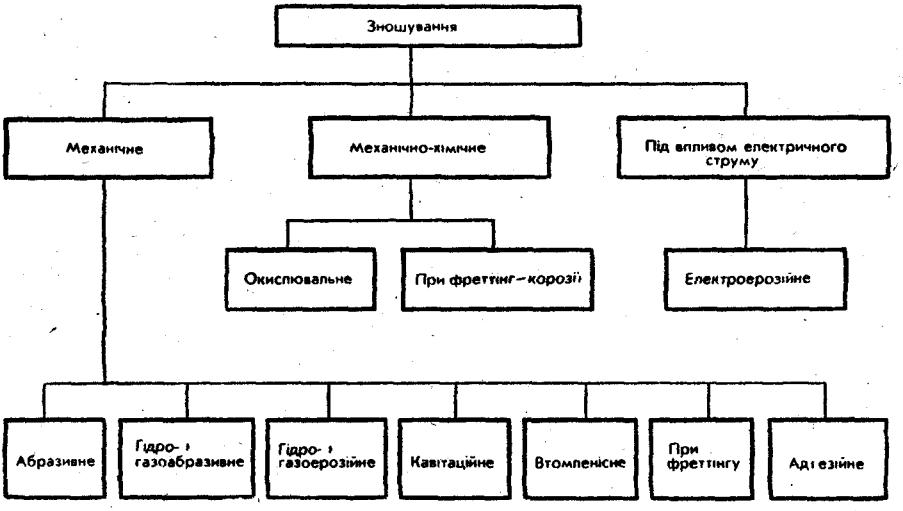
Незважаючи на значну кількість досліджень в області тертя і зношування матеріалів, до цього часу нема єдиної класифікації видів зношування. Найбільш поширені класифікації, запропоновані М. М. Хрущовим, Б. І. Костецьким, І. В. Крагельським, які в певній мірі узагальнені в стандартах. На рис. 1.6 наведена класифікація зношування, яка рекомендується ГОСТ 27674—88 з урахуванням проекту ДСТ України. Ознакою класифікації є вид зношування. Розглянемо характеристики процесів зношування, які відносяться до кожної ознаки.

Механічне зношування відбувається в результаті механічної дії при терті.

Абразивне зношування — це механічне зношування внаслідок різальної або дряпальної дії твердих тіл або частин, яке є найпоширенішим видом зношування сільськогосподарської техніки.

Абразивне зношування може відбуватися у випадку тертя спряжених деталей і має місце під час руху тіла в абразивному середовищі.

Абразивні частинки можуть потрапляти на поверхні тертя ззовні (наприклад, з пилом грунтового походження, із забрудненим мастилом), знаходитися у металі тертьових деталей (тверді струк-



1.6. Класифікація видів зношування

турні складові) або утворюватися у процесі тертя (металічні продукти зношування).

В абразивному середовищі процес зношування характеризується мікрорізанням і багаторазовим пластичним деформуванням одних і тих же мікрооб'ємів металу, в результаті якого має місце втомлюване руйнування поверхневого шару.

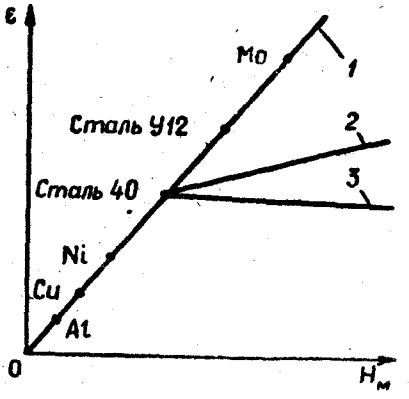
У випадку абразивного зношування лінійний знос пропорційний питомому навантаженню і шляху тертя, значно залежить від твердості матеріалу, а також твердості та розміру зерен абразиву. Але пряма пропорційність зносу і питомого навантаження справедлива лише за певних умов (закріплений абразив). У загальному випадку знос пропорційний питомому навантаженню в ступені, більшому одиниці. Відповідно до цього і враховуючи, що при постійній швидкості тертя (ковзання) шлях тертя пропорційний часу зношування, рівняння зносу можна виразити такою залежністю:

$$U = p^n t,$$

де U — лінійний знос; c — коефіцієнт, який враховує швидкість тертя, властивості матеріалу деталі і абразивного середовища; p — питомий тиск; t — час зношування; $n = 1—3$.

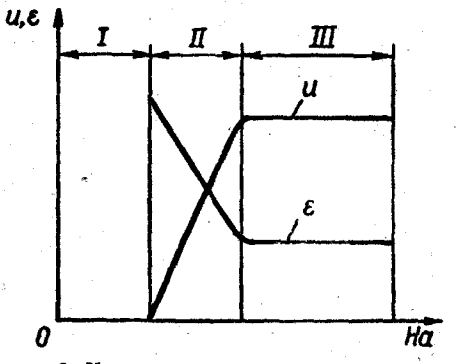
Вплив твердості поверхні тертя на відносну стійкість проти зношування металів та сплавів при абразивному зношуванні зображено на рис. 1.7. Технічно чисті метали в ненаклепаному стані і сталі у відпаленому стані розміщуються на одній прямій, тобто:

$$\varepsilon = bH_м,$$



1.7. Вплив твердості металів і сплавів на їх відносну стійкість при абразивному зношуванні:

1 — чисті метали і сплави у відпаленому стані; 2 — термічно оброблена сталь; 3 — механічно наклепана вуглецева сталь



1.8. Характер залежності зносу та стійкості проти зносу матеріалу від твердості абразиву

де ε — відносна стійкість проти зношування; b — коефіцієнт пропорційності; $H_м$ — твердість матеріалу, яка визначається вдавлюванням алмазної піраміди.

Для термічно оброблених сталей:

$$\varepsilon = \varepsilon_в + b'(H_м - H_в),$$

де $\varepsilon_в$ — відносна стійкість сталі проти зношування у відпаленому стані; b' — коефіцієнт, який залежить від хімічного складу сталей; $H_в$ — твердість сталі у відпаленому стані.

Але відносна стійкість проти зношування термічно оброблених сталей підвищується із збільшенням твердості повільніше, ніж у сталей у відпаленому стані ($b < b'$).

Відносна стійкість проти зношування механічно наклепаних металів і сталей при абразивному зношуванні практично не залежить від твердості. Таким чином, з точки зору відносної стійкості проти зношування важливо знати не тільки значення, але і походження твердості матеріалу.

Співвідношення між твердістю абразивних зерен $H_а$ і твердістю матеріалу $H_м$ ілюструє рис. 1.8, з якого видно, що в області I знос під впливом абразивних частинок не спостерігається, в області II, де твердість абразива більша твердості матеріалу (але не більше як на 30 %), знос збільшується лінійно, а в області III, де твердість абразиву значно більша твердості матеріалу (на 30—60 %), знос і відносна стійкість практично не залежать від твердості абразивних частинок.

Гідроабразивне і газоабразивне зношування — абразивне зношування в результаті дії твердих тіл або твердих частинок, які забираються відповідно потоком рідини (наприклад, зношування лопаток насоса, що подає воду, яка містить пісок) або газу.

При гідро- і газоабразивному зношуванні також діє механізм розглянутого вище абразивного зношування, але з меншою інтенсивністю внаслідок менших питомих навантажень на матеріал.

Гідроерозійне зношування — механічне зношування поверхні в результаті дії потоку рідини.

Газоерозійне зношування — механічне зношування поверхні в результаті дії потоку газу. Гідро- і газоерозійне зношування часто поєднуються з іншими видами зношування.

Кавітаційне зношування — механічне зношування під час руху твердого тіла відносно рідини, за якого бульбашки газу лопаються біля поверхні, що створює місцевий високий питомий тиск або високу температуру.

Кавітація виникає там, де порушується суцільність відносного потоку рідини, в результаті чого утворюються порожнини, заповнені повітрям або парою. Ці, так звані кавітаційні, бульбашки, знаходячись біля поверхні металу, скорочуються з великою швидкістю і потім розриваються, що призводить до гідравлічного удару рідини по поверхні металу. При накладанні на поверхню металу великої кількості таких ударів утворюються каверни діаметром 0,2—1,5 мм, навколо яких з'являються напливи, що створюють враження видавлених кратерів. Таким чином, вид руйнування металу в чистій воді свідчить про те, що поверхня металу схильна до механічної дії. Допоміжне значення при кавітаційному зношуванні може мати і корозійний фактор, який знижує опір металу циклічним механічним діям.

Кавітаційному зношуванню піддаються гвинти і лопатки турбін. У двигунах внутрішнього згорання цей вид зношування спостерігається на поверхні гільз циліндрів (з боку сорочки), охолоджуваних потоком води.

Втомлюване зношування — механічне зношування в результаті втомлюваного руйнування при вторинному деформуванні мікрооб'ємів матеріалу поверхневого шару.

Зношування при фретингу — механічне зношування контактуючих тіл при малих коливальних відносних переміщеннях.

Адгезійне зношування відбувається у результаті локального з'єднання двох твердих тіл, що труться, і глибинного виривання матеріалу з їх поверхневих шарів.

Механічно-хімічне зношування є результатом механічної дії при терті, яке супроводжується хімічною і (або) електрохімічною взаємодією матеріалу із середовищем.

Окислювальне зношування — механічно-хімічне зношування,

при якому переважає хімічна реакція матеріалу з киснем або оксидуючим середовищем.

Кисень повітря, взаємодіючи з металом, утворює на ньому окисну плівку, яка значно впливає на процес тертя. У випадку тертя в умовах мащення метал окислюється киснем, розчиненим у маслі. Окисні плівки у місцях контактування поверхонь захищають метали від безпосереднього наближення до відстані, при якій можливе схоплювання. Нездатність самих окисних плівок до схоплювання обумовлена їх неметалічною природою.

Під час тертя окисні плівки поступово стираються або, відриваючись, видаляються мастилом. Потім окисні плівки утворюються знову. Таким чином, окисне зношування являє собою зношування безперервно відновлюваних окисних плівок.

Зношування при фретінг-корозії — це механічно-хімічне зношування поверхонь тіл при малих коливальних відносних їх переміщеннях.

Механізм зношування при фретінг-корозії являє собою зношування, яке викликають оксидні плівки, що відокремлюються від поверхонь контактуючих деталей. Ці плівки діють як абразиви, які внаслідок малих відносних переміщень деталей затримуються в межах контакту. За іншою теорією відокремлюються частинки металу, які відразу ж оксидуються, перетворюючись в абразив.

Зношуванню при фретінг-корозії піддаються, наприклад, посадочні місця під підшипники кочення корпусних деталей.

Електроерозійне зношування виникає в результаті дії на поверхню тертя розрядів при проходженні електричного струму.

В реальних умовах роботи спряжених деталей частіше всього поєднуються ті або інші види зношування.

У деяких умовах тертя поєднання двох різних видів зношування може призвести до нових явищ. Прикладом цьому є зношування при фретінг-корозії — поєднання абразивного зношування з окисним у певних умовах контактування поверхонь.

Приблизне уявлення про швидкості зношування можна одержати з таких даних, мкм/год: окисне зношування — 0,1—0,5, абразивне — 0,5—5,0, адгезійне зношування — 10—15.

Швидкість зношування суттєво знижується в умовах тертя при наявності мащення. Мащення за типом поділу поверхонь тертя мастильним шаром поділяється на три основних види: гідродинамічне (повний поділ поверхонь тертя здійснюється в результаті тиску, що виникає в шарі рідини при відносному русі поверхонь), граничне (зношування і тертя між поверхнями, що рухаються одна відносно одної, визначаються властивостями поверхонь і мастильного матеріалу, відмінними від об'ємної в'язкості) і змішане (здійснюється частково гідродинамічне, частково граничне мащення). Прикладом такого мащення може бути мащення корінних підшипників колінчастого вала.

1.5. ВПЛИВ МАКРО- І МІКРОСТРУКТУРИ МАТЕРІАЛУ ДЕТАЛЕЙ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

В залежності від виду і якості обробки деталі, формування властивостей на поверхні тертя з'являються різні макроструктурні зміни, які уповільнюють або прискорюють процес зношування металу. На інтенсивне руйнування робочого шару деталі і знос впливають концентратори напруг. Вони можуть бути пов'язані з наявністю глибоких рисок або із структурою металу (великі неметалічні включення, пори, раковини, тріщини тощо).

Великий вплив на стійкість проти зношування має мікроструктура матеріалу деталей, фазовий склад і фізичний стан поверхневого шару. Мінімальну стійкість проти зношування мають матеріали з переважно феритною або феритно-перлітною структурою, а максимальну — матеріали з бейнітною і мартенситною основою, включеннями цементиту і спеціальних карбідів.

Високу стійкість проти зношування мають високоміцні і спеціальні чавуни (леговані нікелем, хромом, молібденом), у яких є до 20 % карбідної фази, бейнітна матриця і включення графіту. Останні характеризуються змащувальною дією. Такі матеріали відрізняються низьким коефіцієнтом тертя.

Під час експлуатації, залежно від величини діючих навантажень, швидкості ковзання і температурних умов тертя, на поверхні формуються особливі структури. У початковий період експлуатації структурні зміни відбуваються на електронному рівні: збільшується щільність дислокацій, потім відбувається їх упорядкування. Поява таких структур призводить до зміни і мікроструктури. Надлишкові фази виділяються на ділянках скупчення дислокацій. Це, в першу чергу, вуглець (карбіди, нітриди), окисли, які спричиняють порушення суцільності поверхневого шару і викришування окремих ділянок.

У процесі тертя тонкий поверхневий шар деталей піддається нагартуванню, величина якого оцінюється за зміною рівня мікротвердості фази. Чим структурна складова м'якіша, тим більший ступінь її зміцнення. Глибина нагартованого шару залежить від величини питомого тиску і, як правило, не перевищує 0,5—0,8 мм. У твердих фазах (карбіди, цементит) наклепування незначне, а дія великих питомих тисків виявляється у формуванні дислокаційних сіток і субграниць.

Крім того, можливе з'явлення на поверхні тертя «білих» шарів, які не піддаються травленню, але можуть мати подвійну природу: сформовані під дією високих питомих тисків і підвищених температур являють собою ультрадисперсний (дуже дрібний) конгломерат фаз, включаючи карбіди, карбонітриди; сформовані в результаті хімічної взаємодії металу з киснем і утворенням високотвердих окислів.

Такі структурні зміни на поверхні тертя призводять до поступового її руйнування. Ось чому перед ремонтом і відновленням поверхневого шару деталей потрібно усунуту пошкоджені зони, які можуть стати причиною руйнування при подальшій експлуатації або навіть під час ремонту (наплавлення, напилювання тощо).

Суттєвий вплив на експлуатаційні показники деталей має і рівень розтягуючих напруг. Чим він вищий, тим більша схильність робочого шару деталей до пошкоджень. Рівень розтягуючих напруг особливо високий при відновленні деталей наплавленням, напилюванням, поверхневим загартуванням. Для зменшення таких напруг проводять релаксаційне відпалювання. Після відновлення деталь піддають поверхневому нагартуванню. При цьому поліпшується макроструктура (зменшується пористість).

1.6. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ І МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ

Процес зношування є незворотним монотонним процесом з поступовим нагромадженням зносу, який можна уявити у вигляді інтегральної функції:

$$U(t) = \int_{c}^{t} v(t)\,dt,$$

де $U(t)$ — нагромаджений знос за час t; $v(t)$ — швидкість процесу зношування, яка у загальному випадку може залежати від часу зношування.

На зміну швидкості зношування за часом можуть впливати форма спряжених поверхонь, їх шорсткість, постійне або переривне контактування поверхонь у процесі роботи механізму тощо.

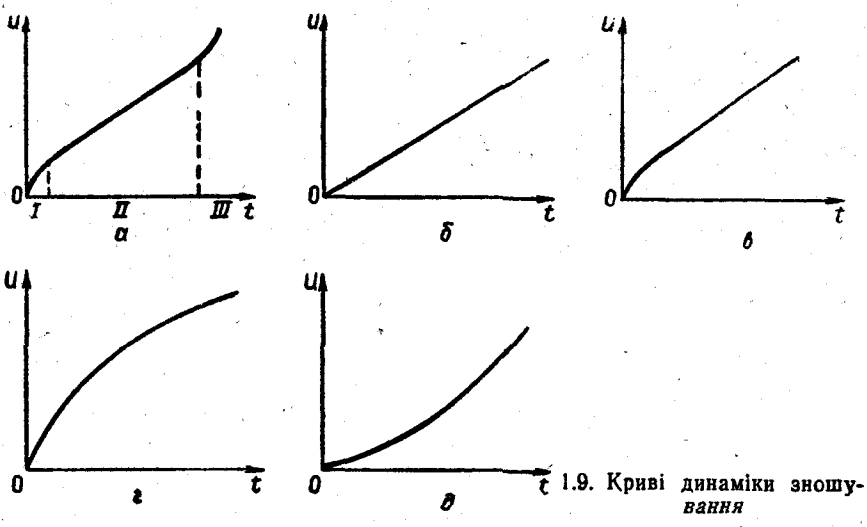
Динаміка зношування. На рис. 1.9 наведені варіанти кривих динаміки зношування поверхні пари тертя.

Розглянемо найбільш загальний варіант — типову криву, яка складається з трьох характерних ділянок:

I — характеризує початкову роботу спряження, коли найбільш виразно відбувається процес зміни геометрії (шорсткості) поверхонь тертя і фізико-механічних властивостей поверхневих шарів матеріалу, які проявляються при постійних зовнішніх умовах у зменшенні роботи тертя, температури та інтенсивності зношування. Цей початковий період визначає процес припрацювання пари тертя;

II — характеризує нормальну роботу спряження. У цей період відбувається поступове нарощування зносу, який має у ряді випадків сталий лінійний характер (швидкість зношування в середньому постійна);

III — характеризує інтенсивне, форсоване нарощування зносу. Робота спряження при цьому може супроводжуватись з'явленням різного роду шумів і стуків і навіть призвести до руйнування де-



1.9. Криві динаміки зношування

талі, тобто при досягненні третього періоду подальша робота спряження недопустима.

Найбільш характерні графіки динаміки зношування наведені на рис. 1.9, б, в, г, д.

б — лінія, характерна для абразивного зношування деталей сільськогосподарських машин (леміш плуга, шарніри ланцюгів транспортера тощо);

в — крива, характерна для зношування шийки вала, спряженої із сальником, а також для рухомих спряжень при таких умовах роботи, коли зазор постійно вибраний в один бік (наприклад, ролик штовхача паливного насоса, спряжений з віссю);

г — крива, характерна для спряжень, що працюють при великих питомих навантаженнях, які збільшуються із збільшенням зазора (наприклад, колінчастий вал — підшипник);

д — крива, характерна для зношування деталей внаслідок втомлюваних руйнувань поверхневих шарів металу (бігові доріжки кілець підшипників кочення, зуби шестерень тощо). У початковий період зношування практично не відбувається, оскільки нагромаджуються дефекти втомленості структури металу, які потім призводять до форсування відокремлення частинок, тобто до зношування.

Як відомо, процес зношування відноситься до категорії випадкових процесів, що призводить до розсіювання часу роботи однакових деталей до їх граничного стану, тобто до розсіювання ресурсу деталей.

Оцінка фактичного ресурсу деталей (вузлів, агрегатів машин) та його імовірні характеристики (середній ресурс, гамма-процент-

ний ресурс тощо) мають велике значення, оскільки інформація, отримана під час таких досліджень, є вихідною для виявлення резервів підвищення ресурсу виробів.

Оцінка довговічності деталей і спряжень зводиться до пошуку функції розподілу ресурсу, яку знаходять за даними спеціально проведених експлуатаційних або прискорених випробувань.

Вихідними даними для оцінки довговічності деталей є також результати мікрометражного вимірювання деталей машин, які надходять у капітальний ремонт (ремонтна інформація). Наробіток таких машин має випадковий характер. За сукупністю значень двомірної випадкової величини (знос-наробіток) виконуються статистичні розрахунки (кореляційно-регресивний аналіз) і оцінюється ресурс деталей.

На кафедрі ремонту машин ХІМЕСГ тривалий час проводились дослідження для оцінки ресурсу двигунів типу СМД, які експлуатувались в умовах господарств. Було встановлено, що використання стандартних статистичних методів для обробки такої інформації не коректно, оскільки вона не в повній мірі відповідає вимогам, які ставляться до випадкових вибірок. У зв'язку з цим був прийнятий варіант дослідження із застосуванням методів статистичного моделювання. У моделі були враховані випадкові виробничі (неоднорідність початкових якостей деталей) і експлуатаційні (нестабільність умов експлуатації) фактори. За цими ознаками моделі процесу зношування поділяються на три види: віяловий процес (враховує тільки розсіювання початкових властивостей деталі), процес із сильним перемішуванням (враховує тільки мінливість експлуатаційних факторів) і процес із слабким перемішуванням (враховуються обидва фактори). Ознакою поділу цих процесів є поведінка їх дисперсій за часом.

Була прийнята статистична дискретна лінійна модель процесу зношування:

$$U(t_i,\ k) = \sum_{j=1}^{k} b\,(1 + V_\xi z_{\xi_i}) \cdot (1 + V_{\mu_i} z_{ij})\,\Delta t_j,$$

де $U(t_i,\ k)$ — знос i-ої реалізації у момент часу t; b — середня швидкість зношування (за даними вихідної інформації), V_ξ і V_{μ_i} — коефіцієнт варіації випадкових величин ξ і μ_i; ξ_i — центрована випадкова величина середньої швидкості зношування для одної реалізації b_i відносно загальної швидкості b_j μ_{ij} — центрована випадкова величина зношування b_{ij} (i-ої реалізації в j-му інтервалі наробітку) відносно b_i; z_{ξ_i} и $z_{\mu_{ij}}$ — нормовані випадкові величини, розподілені за будь-яким законом (генеруються на ЕОМ); Δt_j — інтервал наробітку.

Моделювання виконувалось за розробленою програмою на ЕОМ. При заданому значенні граничного зносу ЕОМ формує реалізацію (за попередньо прийнятим параметром моделі), видає

вибірку ресурсів за кожною реалізацією і розрахункові значення гамма-процентних ресурсів (значення гамма задаються).

Результати досліджень були використані для виявлення резервів підвищення довговічності двигунів і конструктивно-технологічних рішень.

Методи визначення зносу деталей. *Мікрометражне* вимірювання деталей — найпоширеніший метод, який застосовується для виявлення динаміки зношування деталей, дослідження характеру зношування робочих поверхонь (топографія зносу).

Для мікрометражного вимірювання деталей використовуються універсальні та спеціальні вимірювальні мікрометричні засоби. Величина приросту зносу визначається як різниця розмірів поверхонь деталей до і після зношування.

Метод має свої недоліки: потрібно розібрати вузол, важко повторити вимірювання в одних і тих же точках, неможливо виділити із загальної величини ту частину зносу, яка відбулася внаслідок пластичної деформації.

Зменшення і навіть усунення вказаних недоліків в окремих випадках може досягатися проведенням спеціальних статистичних випробувань без проміжного розбирання, застосуванням спеціальних пристроїв для забезпечення повторюваності вимірювань у тих же місцях.

Профілографування поверхонь проводять спеціальними приладами — профілографами, які дають можливість графічно записати фактичний рельєф зношеної поверхні.

Метод штучних баз застосовується у двох варіантах: за допомогою відбитків і вирізання лунок. У першому випадку на поверхню тертя натисканням наносять заглиблення строго визначеної форми (конус, піраміда). За зменшенням заглиблення, яке окремо вимірюють на відбитку у плані до і після зношування, визначають величину зносу. У другому випадку на поверхні тертя тригранним алмазним різцем, що обертається, нарізають лунки. У цьому разі, на відміну від попереднього способу, немає напливів від тиснення.

Визначення зносу за втратою маси є інтегральним методом, оскільки встановлюється загальний знос поверхні деталі. Вимірювання проводиться шляхом зважування деталей до і після зношування. Застосовується метод для деталей невеликих розмірів із використанням аналітичних вагів з ціною поділки 10^{-4} г.

Визначення зносу за вмістом продуктів зношування у маслі проводиться за відібраною пробою масла (наприклад, з картера двигуна), яке спалюється. За допомогою хімічного або спектрального аналізу золи спаленого масла визначають вміст металу. Перевага методу у тому, що він не потребує розбирання вузла чи агрегату, недолік — неможливо визначити кількісний знос окремих деталей.

Визначення зносу за допомогою радіоактивних ізотопів прово-

дять за такою схемою: у досліджуваний зразок (деталь) вводять радіоактивний ізотоп. У процесі зношування маслом виносяться продукти зношування разом із радіоактивним ізотопом, які проходять через лічильник імпульсів, що вимірює радіоактивність масла, яка збільшується у міру зносу деталі. Цим способом можна визначити динаміку зношування без розбирання, але без даних про розподіл зносу по поверхні. Спосіб потребує спеціального обладнання.

1.7. КРИТЕРІЇ ГРАНИЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ І СПРЯЖЕНЬ

Під час ремонту має бути відновлена не тільки роботоздатність (або справність) машини, але й її міжремонтний ресурс. Тому у машині залишають для подальшої експлуатації тільки ті деталі і спряження, залишковий ресурс яких дорівнює або перевищує міжремонтний ресурс агрегату або машини. У зв'язку з цим граничний стан деталей і спряжень під час ремонту набуває трохи іншого змісту і визначається як допустиме при ремонті (або просто допустиме) значення параметру стану.

Таким чином, *допустимим значенням параметра стану* називається таке його значення, за якого залишковий ресурс деталі або спряження дорівнює міжремонтному ресурсу окремого елемента (вузла, агрегату) або машини в цілому.

До параметрів граничного (допустимого) стану деталей і спряжень відносяться граничні значення зазора у спряженнях, розміру або зносу елементів деталі, похибки форми (овальність, конусоподібність тощо) і взаємного розміщення осей та поверхонь (неспіввісність, радіальне биття тощо), а також параметрів пружності пружин, поршневих кілець тощо.

Значення параметрів граничного (допустимого) стану деталей і спряжень обумовлюються в технічній документації. Для ремонту машин такою документацією є технічні вимоги на дефектацію для конкретної марки машини.

Граничні і допустимі значення геометричних та інших параметрів можуть бути встановлені шляхом: теоретичних розрахунків; масового мікрометражного вимірювання деталей, які надійшли на ремонт, і відповідного статистичного аналізу даних; спеціальних випробувань (прискорених або експлуатаційних); порівняння з попередньою конструкцією (на першому етапі виробництва нової машини).

Граничні параметри деталей і спряжень не можуть бути призначені довільно.

Граничні параметри встановлюються за технічним, технологічним і економічним критеріями.

Застосування того або іншого критеріїв залежить від призначення машини та її вузла чи механізму. При цьому один з крите-

ріїв матиме основне значення, інші можуть бути допоміжними або контрольними.

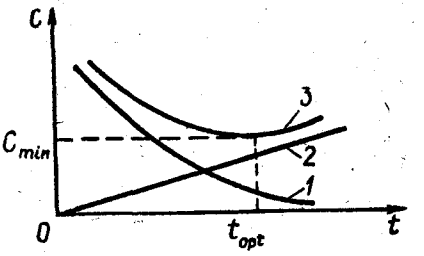
Технічний критерій. За цим критеріем встановлюють граничні параметри деталей і спряжень з урахуванням міцності, характеру зміни діючих навантажень, умов тертя, теплової напруженості, властивостей поверхонь тертя тощо. При цьому граничні параметри деталей визначаються моментом різкого підвищення інтенсивності зношування або припиненням роботи механізму.

Технологічний критерій (критерій якості). За ним граничні параметри деталей і спряжень встановлюються, виходячи з норм на зміну показників якості роботи машини або її агрегатів та вузлів. Цей критерій може бути основним для робочих органів сільськогосподарських машин і механізмів, які керують ними, оскільки головним призначенням їх деталей і спряжень є забезпечення певної якості роботи (допустимі коливання за глибиною оранки, нерівномірність висіву насіння тощо).

Економічний критерій є основним для механізмів, які керують процесами подачі палива у двигун, його згорання, відведення продуктів згорання тощо.

У більшості випадків основні деталі досягають свого граничного стану не тому, що знос викликає небезпеку їх поломки, а тому, що із збільшенням зазорів у спряженнях погіршуються робочі параметри двигуна (знижується потужність, збільшується питома витрата палива тощо), а значить і знижується продуктивність машини та збільшуються витрати експлуатаційних матеріалів, що впливає на економічність.

Одним із поширених параметрів економічного критерію граничного стану вузла, агрегату або машини є оптимальна довговічність, тобто такий ресурс або строк служби, за якого досягається мінімум витрат на її придбання, експлуатацію і ремонт, що припадають на одиницю продукції або одиницю наробітку (рис. 1.10).



1.10. Схема визначення економічно оптимального ресурсу машин: питомі витрати: 1 — амортизаційні, 2 — експлуатаційні; 3 — сумарні

Експлуатація машини після оптимального часу $t_{опт}$, а відповідно і її зношування, викликає таке збільшення витрат, які можуть бути прийняті як граничні.

2. ЗАГАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

2.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Зараз застосовується *комплексна система технічного обслуговування і ремонту машин,* під якою розуміється сукупність взаємопов'язаних засобів, документації та виконавців, необхідних для підтримання і відновлення якості сільськогосподарської техніки. Ця система передбачає застосування засобів діагностування.

Технічне обслуговування (ТО) — це комплекс робіт по підтриманню роботоздатності або справності машин під час їх використання за призначенням, зберігання та транспортування (детальна технологія і організація ТО розглядається у самостійному курсі).

Перед розглядом проблем ремонтного виробництва пригадаємо деякі терміни і поняття теорії надійності.

Надійність — це властивість об'єкта зберігати за часом у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах виконання ТО, ремонтів, зберігання і транспортування.

Надійність є комплексною властивістю об'єкта, яка, залежно від призначення і умов його застосування, складається з таких показників: безвідказності, довговічності, ремонтопридатності та збереженості.

Фактори, які викликають зміну параметрів, що визначають нормальне функціонування об'єкта, впливають на його технічний стан, тобто об'єкт в процесі експлуатації в деякий момент часу може бути справний або несправний, роботоздатний або нероботоздатний. Уточнимо ці поняття.

Справний стан — це стан об'єкта, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації.

Несправний стан — стан об'єкта, за якого він не відповідає хоча б одній з вимог нормативно-технічної і (або) конструкторської документації.

Роботоздатний стан — стан об'єкта, за якого значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації.

Нероботоздатний стан — це стан об'єкта, при якому значення хоча б одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації.

Роботоздатний об'єкт може вважатися несправним. Наприклад, трактор зберігає роботоздатність за наявності вм'ятин на облицюванні, несправного лічильника мотогодин тощо.

Перехід об'єкта з одного стану в інший визначається такими подіями.

Пошкодження — подія, яка полягає в порушенні справного стану об'єкта при збереженні роботоздатного стану.

Відказ — подія, яка полягає у порушенні роботоздатного стану об'єкта.

З метою наукових досліджень і вирішення прикладних (інженерних) задач численні види відказів класифікуються за різними ознаками. Наприклад, залежно від причин, які викликали відказ, — на раптові та поступові; за ознакою складності усунення відказів — на кілька груп складності; за ознакою походження — розрахунково-конструкторські, виробничо-технологічні або експлуатаційні; за ознакою умов усунення відказів (у польових умовах, майстернях різного виду господарств, на спеціалізованих ремонтних підприємствах) — на ресурсні і нересурсні.

Усунення наслідків відказів завжди пов'язане з матеріальними і трудовими затратами. Вони складаються з розбирально-складальних і регулювальних робіт, витрат на запасні частини або заміну агрегату і втрат від простою машин. Особливо вагомі втрати від простою машини.

Підтримання машин у роботоздатному стані дає значний економічний ефект внаслідок зниження сумарних витрат, пов'язаних з втратами від простоїв і на усунення наслідків відказів.

Слід відзначити, що найбільший вплив на експлуатаційні якості сільськогосподарської техніки мають такі властивості надійності, як довговічність і безвідказність.

Безвідказність — це властивість об'єкта безперервно зберігати роботоздатний стан протягом деякого часу або напрацювання. Одним з показників даної характеристики є вірогідність безвідказної роботи, тобто вірогідність того, що в межах заданого наробітку відказ об'єкта не виникне.

Довговічність — властивість об'єкта зберігати роботоздатний стан до настання граничного стану при встановленій системі ТО і ремонту.

Граничний стан — це стан об'єкта, за якого його подальше застосування за призначенням недопустиме чи недоцільне або роботоздатність неможлива чи недоцільна.

Довговічність кількісно оцінюється двома показниками: ресурсом і строком служби.

Ресурс — наробіток об'єкта від початку його експлуатації або її відновлення після ремонту певного виду до переходу в граничний стан (наробіток — тривалість або обсяг роботи об'єкта).

Строк служби — календарна тривалість експлуатації об'єкта від її початку або відновлення після ремонту певного виду до переходу в граничний стан.

Спираючись на поняття і термінологію, сформульовані в науці про надійність, легко визначити відповідні терміни, які застосовуються в галузі ремонту техніки.

Ремонт — це комплекс операцій, призначених для відновлення справності або роботоздатності виробів і відновлення ресурсу виробів або їх складових частин. Розрізняють два види ремонту сільськогосподарської техніки: капітальний і поточний.

Капітальний ремонт — вид ремонту, який виконується для відновлення справності і повного (або близького до повного) відновлення ресурсу виробів із заміною або відновленням будь-яких складових частин, у тому числі базових. Відповідно розрізняють капітальний ремонт машини і складових частин (агрегатів).

Поточний ремонт — вид ремонту, який виконується для забезпечення або відновлення роботоздатності машини із заміною або відновленням окремих складових частин. Під час цього ремонту складові частини, що досягли граничного стану, піддають капітальному ремонту, а які не досягли — поточному (у випадку необхідності).

Поточний ремонт може виконуватись як на місці використання машини, так і у відповідних майстернях або на станціях ТО. Планові поточні ремонти тракторів проводять за результатами ресурсного діагностування через певний, передбачений нормативними документами, період наробітку, а комбайнів і сільськогосподарських машин — після сезонів збирання і польових робіт відповідно.

Найпоширеніші такі методи ремонту машин:

незнеособлений і *знеособлений*, які різняться тим, що під час першого з них зберігається, а під час другого не зберігається належність відновлюваних складових частин до певних машин (обладнання);

агрегатний — різновид знеособленого методу, під час якого несправні агрегати і вузли замінюють новими або раніше відремонтованими. Агрегатним методом ремонтують машини, конструктивні особливості яких дозволяють розчленувати їх на складові частини (агрегати і вузли). При цьому кожна складова частина повинна бути автономною, конструктивно закінченою, легко відокремлюватись (без складних розбирально-складальних і регулювальних робіт) від інших частин машини. Завдяки автономності складові типи машини можна самостійно ремонтувати на ремонтних підприємствах.

Терміни «відновлення» і «ремонт» деталей розглядаються як технологічні процеси, реалізація яких спрямована на відновлення початкових властивостей деталей, але відрізняються вони за рівнем досягнення цих властивостей.

Відновлена деталь повинна мати повну взаємозамінність за розмірно-точносними параметрами, а фізико-механічні та інші властивості поверхневих шарів і в об'ємі матеріалу забезпечувати ре-

сурс до граничного стану не нижчий нової (якщо інше не обумовлене діючою нормативно-технічною документацією).

Відремонтована деталь повинна перейти із неробототздатного у роботоздатний стан, маючи при цьому як повну, так і неповну взаємозамінність, а відповідні технологічні операції забезпечувати її ресурс не менше як до наступного чергового ремонту.

2.2. СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ МАШИН

Виробничий процес ремонту — це сукупність взаємопов'язаних людей і знарядь виробництва, необхідних на даному підприємстві для здійснення ремонту машин, обладнання та іншої техніки.

Технологічний процес є складовою частиною виробничого процесу. У виробничий процес входять і допоміжні процеси, наприклад виробництво пристроїв та інструменту, ремонт власного обладнання тощо, а також обслуговуючі процеси (внутрішньовиробниче транспортування матеріалів і деталей, складські операції тощо), які забезпечують виконання основного технологічного процесу ремонту.

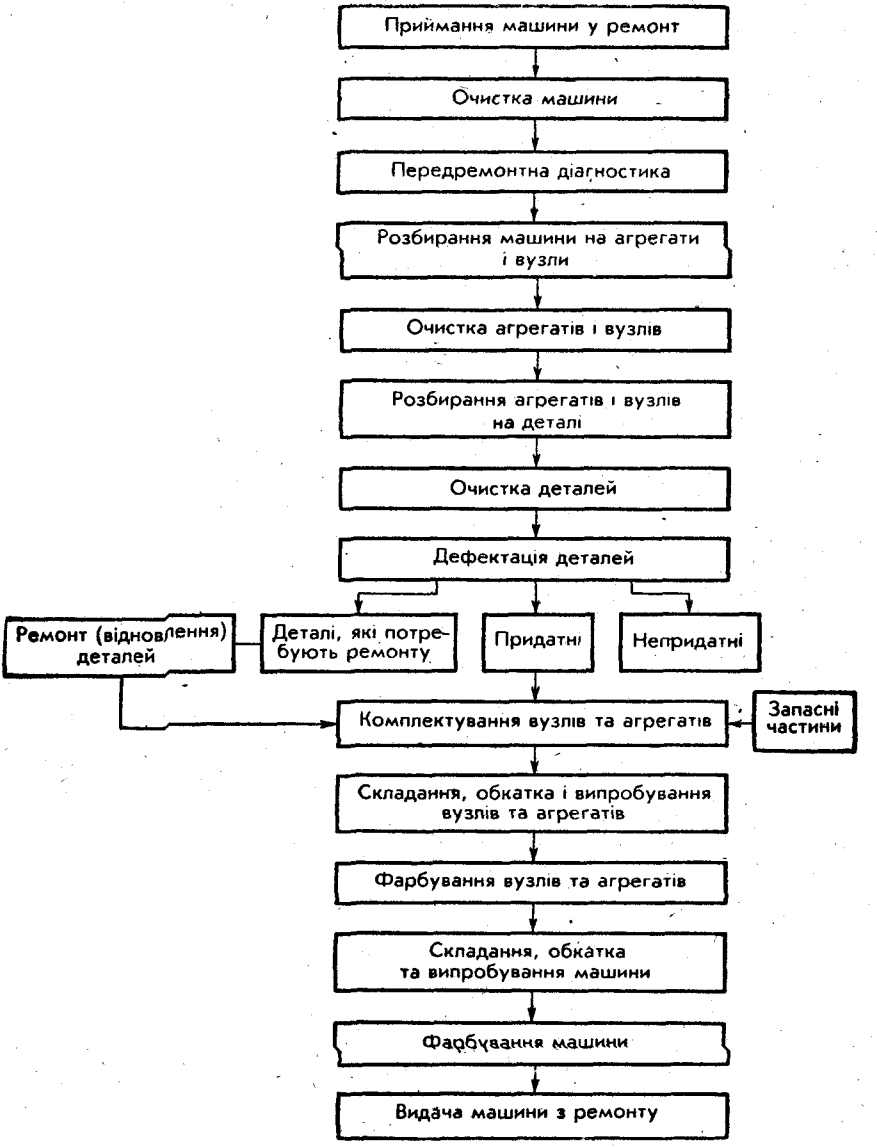
Технологічний процес ремонту — основна частина виробничого процесу, яка містить дії по послідовній зміні стану об'єктів ремонту або його складових частин (машина, агрегат, вузол, деталь) під час відновлення їх справності або роботоздатності.

Технологічний процес ремонту машин у загальному випадку включає певний набір складових частин, тісно пов'язаних у своїй технологічній послідовності. Структура технологічного процесу характеризує і ступінь розчленування операцій. Необхідність розробки варіантів структурної побудови технологічних процесів обумовлена кількістю типів і марок об'єктів ремонту, видів ремонтних підприємств за своїм призначенням, спеціалізацією та програмою.

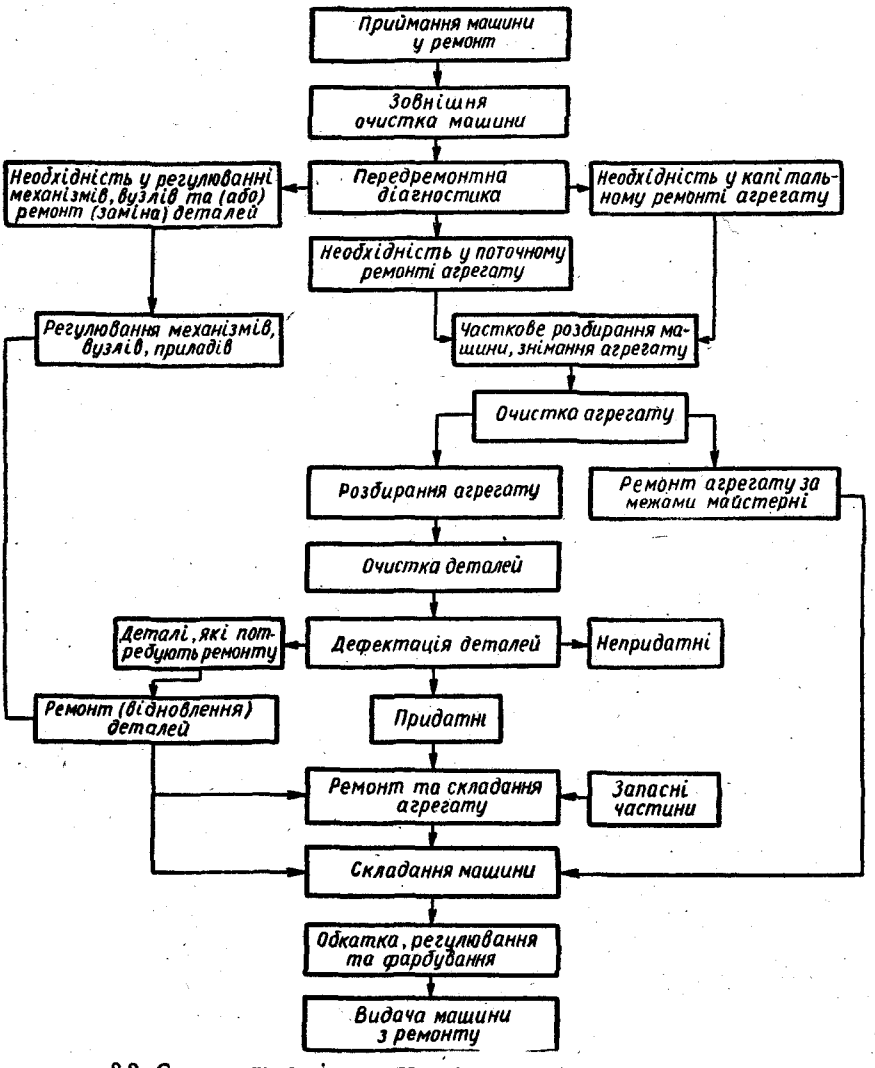
На рис. 2.1 наведена принципіальна схема технологічного процесу капітального ремонту машин. Вона ілюструє укрупнене розчленування процесу на складові частини та їх технологічні зв'язки від початку ремонту до виходу справної машини.

Схеми технологічних процесів повинні бути інформативними (у межах їх призначення). У принциповій схемі, наприклад, крім складу і призначення окремих частин технологічного процесу, можна знайти передбачену процесом багатостадійність очисних операцій, необхідність і характер сортування деталей ремонтного фонду тощо.

Структура технологічного процесу може змінюватись, наприклад, внаслідок розгалуження за ходом основного напрямку процесу через необхідність прийняття (за результатами діагностичного контролю) технологічних рішень за альтернативними ознаками (рис. 2.2).



2.1. Принципіальна схема технологічного процесу капітального ремонту машини



2.2. Схема технологічного процесу поточного ремонту машини

У випадку великої програми ремонтного підприємства виникає можливість поділу технологічного процесу ремонту на велику кількість окремих технологічних процесів і створення умов для оснащення робочих місць високопродуктивним технологічним обладнанням і оснасткою.

Технологічне обладнання — це знаряддя виробництва, в яких для виконання окремих частин технологічного процесу розміщують-

ся об'єкти ремонту або матеріали, засоби дії на них, а при необхідності — джерело енергії. До ремонтно-технологічного обладнання відносяться металообробні верстати, зварювальні і наплавлювальні установки, нагрівальні печі, стенди тощо.

Технологічна оснастка — це засоби технологічного оснащення, які доповнюють обладнання для виконання частини технологічного процесу. До технологічної оснастки належать патрони, люнети, інструмент, пристрої для базування і закріплення деталей тощо.

2.3. ДІАГНОСТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ РЕМОНТУ. ПРИЙМАННЯ МАШИН У РЕМОНТ

Види діагностування. Діагностування — це процес визначення технічного стану об'єкта ремонту (машини, агрегату, вузла, механізму, деталі) на відповідних стадіях експлуатації і ремонту сільськогосподарської техніки.

Діагностування у процесі експлуатації машин виконують відповідно до плану технічного обслуговування і ремонту. При цьому *визначають готовність до* експлуатації та чергового технічного обслуговування. У разі випадкових відказів і несправностей у машинах передбачене *діагностування за замовленням,* мета якого — виявлення і усунення їх причин.

Передремонтне діагностування машин виконують під час ТО-3. Методами діагностування визначають можливість їх подальшої експлуатації або необхідність ремонту, його виду і змісту.

Цей вид діагностування передбачає весь комплекс робіт з визначенням технічного стану, прогнозування остаточного ресурсу всіх складових частин машини і називається *ресурсним діагностуванням.* Інформацію, отриману після діагностування, *заносять до* спеціальної карти або бази даних комп'ютера.

Діагностувальні операції виконують і *в процесі ремонту машин.* Це — попередній контроль спряжень у складі, стендові випробування агрегатів і вузлів перед розбиранням, дефектація деталей після очисних робіт тощо. Всі ці операції призначені для об'єктивної оцінки технічного стану складальних частин машини і прийняття обгрунтованих рішень, пов'язаних із технологічним процесом ремонту.

Післяремонтне діагностування передбачає випробування вузлів, агрегатів і машин після ремонту, коли визначається відповідність їх технічного стану вимогам діючої нормативно-технічної документації на заданий вид ремонту і марку машини.

Технічна діагностика залежно від призначення і обсягу виконуваних операцій може здійснюватись у майстернях господарств, на станціях технічного обслуговування і на ремонтних підприємствах.

Нормативні дані для визначення необхідності даного виду ремонту встановлюються за ресурсними параметрами, вказаними у нормативних документах діючої системи технічного обслуговування і ремонту машин.

Методи і засоби діагностування. Для визначення технічного стану машин використовують дві групи методів контролю: органолептичний, тобто за допомогою органів чуття (огляд, прослуховування, перевірка на дотик тощо) та інструментальний. Перший метод суб'єктивний, з обмеженою достовірністю оцінок. Разом з тим він простий і застосовується досить часто для попередньої оцінки технічного стану агрегатів, механізмів і систем. Другий метод передбачає застосування спеціальних приладів, стендів та іншого обладнання, які забезпечують об'єктивність інформації за рахунок визначення зміни параметрів стану відповідними вимірювальними засобами.

Для діагностування тракторів і автомобілів залежно від кількості машин і методів організації їх технічного обслуговування та ремонту користуються спеціальними комплектами переносних приладів, пересувними діагностичними установками (ПДУ) і ремонтно-діагностичними майстернями (МПР). У пунктах технічного обслуговування і на ремонтних підприємствах встановлюються комплекти стаціонарних засобів технічного обслуговування і діагностування.

Високий організаційний і технічний рівень виконання операцій діагностування сільськогосподарської техніки, створення і нагромадження бази даних для кожного конкретного об'єкта ремонту з використанням комп'ютерної техніки, де можна закласти всі відомості про результати діагностування, обслуговування, ремонтних впливів і затрати на їх реалізацію з початку і до кінця експлуатації машини дозволяє:

попередити передчасні розбирання окремих складових частин машин, а отже й інтенсивне зношування припрацьованих деталей спряжень;

знизити трудомісткість поточних ремонтів;

повніше використати ресурси складальних частин машини, а значить, скоротити витрату запасних частин і загальні затрати на ремонт машин.

Крім того, нагромаджена інформація про «поведінку» машин у процесі експлуатації використовується виробником для аналізу, а на його основі — для розробки і реалізації конструкторсько-технологічних рішень, які забезпечують високу якість техніки і прогнозування конструкцій нових машин.

Приймання машин у ремонт. Трактори, автомобілі, комбайни та їх агрегати повинні задовольняти певні, діючі у конкретний період, технічні вимоги. До них відносяться вимоги щодо переліку і оформлення технічної документації (технічний паспорт тощо)

на об'єкт ремонту, його комплектність і рівень зовнішньої очистки, дозволену обмеженість на відсутні конструктивні елементи (*скло, ручки кабін тощо*), *кріпильні деталі тощо.*

Під час здавання машини або агрегату у ремонт оформляють приймально-здавальний акт, який підписує замовник і приймач ремонтного підприємства. В акті зазначаються дані про доремонтний наробіток об'єкта, вид і короткий зміст виконаних ремонтних робіт та інші договірні умови між замовником і виконавцем. В акті або окремому документі (гарантійному талоні) вказуються гарантійні обов'язки відносно післяремонтного ресурсу машини (або її складових частин), які гарантує виконавець (ремонтне підприємство) за умови виконання технічних вимог до операцій технічного обслуговування об'єкта ремонту у процесі експлуатації.

2.4. РОЗБИРАННЯ МАШИН, АГРЕГАТІВ І ВУЗЛІВ

Розбиральні і складальні роботи у загальній трудомісткості капітального ремонту машин займають значне місце: для тракторів — 52—56 %, для автомобілів — 33—41, з них близько 11 % припадає на розбиральні роботи.

Під час капітального ремонту машини розбирають на агрегати, вузли і деталі у послідовності, передбаченій технологічними процесами на розбирання даної машини, її агрегатів і вузлів.

Залежно від програми ремонтного підприємства і об'єкта розбирання, роботи виконують на стаціонарних або пересувних стендах, а при великих програмах — на потоковій лінії.

У розбиральний відділ машину транспортують своїм ходом, на буксирі із застосуванням тягача чи лебідки або на візку по рейковому шляху. Візок є стендом, на якому виконують потоково-постове розбирання машини.

На спеціалізованих великих ремонтних підприємствах застосовують потоково-механізований спосіб розбирання машини і агрегатів з використанням вантажо- або ланцюгово-несучого конвеєрів, а також естакад. Естакади — це зварні конструкції, по напрямних яких переміщуються візки на котках із встановленими на них агрегатами.

У процесі розбиральних (складальних) робіт застосовують підйомне і підйомно-транспортне обладнання.

До підйомного обладнання відносяться ручні талі вантажопідйомністю 0,2—2,0 т і висотою піднімання до 3 м; електричні талі (0,25—5,0 т) висотою піднімання до 18 м; лебідки (1—10 т); механічні і гідравлічні підйомники; вантажозахватні пристрої (схватки, ланцюги, троси).

Підйомно-транспортне обладнання — це однорейкові шляхи (монорейки) для переміщення деталей, які кріпляться до елемен-

тів будівельних конструкцій (колони, балки, ферми); консольні поворотні крани; підвісні кранбалки вантажопідйомністю 1—5 т; мостові крани (5—20 т і більше).

До транспортних засобів належать: ручні і причіпні візки, електрокари (до 2 т), пересувні стенди, конвеєри (пластинчасті, роликові, підвісні).

Під час розбиральних (складальних) робіт застосовують універсальний інструмент: набори ключів різних типів (відкриті, накидні, торцеві тощо), ключі для викручування шпильок, молотки, викрутки тощо. Крім універсальних, застосовують різні спеціальні інструменти і пристрої.

Значна частина трудових затрат при розбиранні припадає на розбирання різьбових з'єднань (30—60 %) і з'єднань із натягом (15—20 %). Для складальних робіт ці величини становлять відповідно 35—45 і 14—40 %. У той же час в автомобілях, наприклад, різьбові з'єднання становлять 70—80 % всіх з'єднань, які є у його конструкції. Наведені дані свідчать про необхідність механізації розбирання і складання різьбових з'єднань що особливо важливо при програмах 4—5 тис. капітальних ремонтів на рік.

Для механізованого розбирання (складання) різьбових з'єднань застосовують гайковерти, які скорочують виконання операцій у 3—5 разів і підвищують загальну продуктивність праці на 15 %.

Гайковерти за типом привода бувають електричні, пневматичні і гідравлічні, за конструктивними ознаками — ручні, підвісні, пересувні і стаціонарні. За принципом дії перетворювача моменту — діляться на три основні групи:

з прямою передачею від двигуна до шпинделя (випускаються тільки з пневматичними двигунами), які не бояться перевантажень;

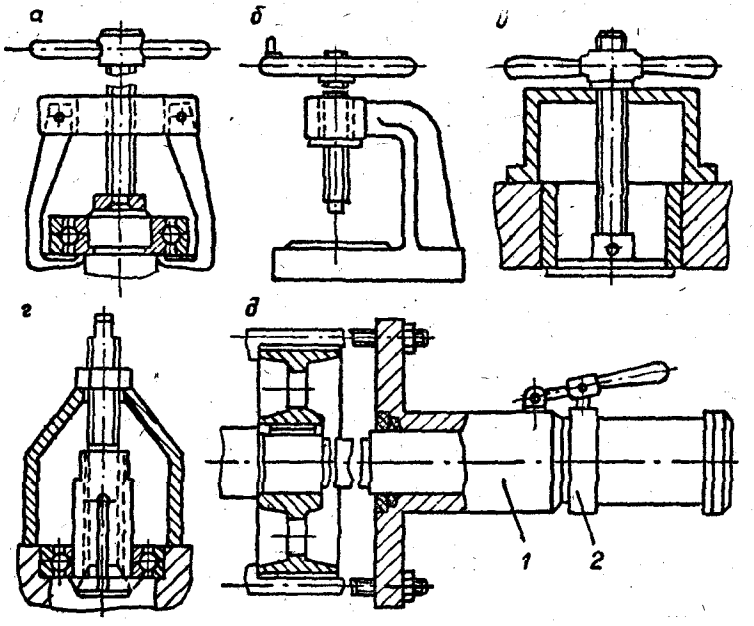
із редуктором і муфтою, яка обмежує крутний момент, що передається на шпиндель, з регулювальним пристроєм для тарування муфти на певну величину крутного моменту;

гайковерти ударно-імпульсної дії (динамічні), які мають спеціальну муфту для перетворення обертального руху в імпульси. Завдяки збільшенню моменту за рахунок ударної дії муфти робочий не сприймає реактивного моменту.

Пневматичні гайковерти мають малий ККД і викликають великий шум. Однак висока надійність, простота і безпека у роботі дозволяють широко їх використовувати. Працюють пневматичні гайковерти на стисненому повітрі від виробничої магістралі при тиску 0,5—0,6 МПа.

Величину крутного моменту при викручуванні гайок можна орієнтовно визначити із співвідношення:

$$M_{кр.} = 0{,}03d^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$



2.3. Знімачі:

а — двозахватний; б — гвинтовий; в — спеціальний гвинтовий; г — цанговий; д — гідравлічний; 1 — циліндр; 2 — плунжерний насос

Значення крутного моменту для відкручування різьбових з'єднань приймається у 1,25 раза більшим (при наявності корозії — у 1,5 раза більшим).

Для розбирання нерухомих з'єднань із натягом застосовують універсальні і спеціальні знімачі. У випадку великих натягів у з'єднаннях використовують ручні рейкові або гвинтові преси і преси механічної дії (гідравлічні, пневматичні і пневмогідравлічні) із зусиллям від 3 до 100 т.

Знімачі і пристрої для розбирання машин та їх агрегатів діляться на гвинтові ручної дії, гідравлічні і пневматичні.

Гвинтові знімачі можуть бути універсальними для знімання деталей як із зовнішнім, так і з внутрішнім захватом (рис. 2.3, а, г) і спеціальними для знімання тільки певних деталей (рис. 2.3, б, в, д). У спеціальних знімачів захват може здійснюватися корпусом, рознімними кільцями (з двох половинок), конусними сухарями, болтами. Гідравлічні знімачі мають більше зусилля розпресовування.

Під час конструювання пристроїв і знімачів для розбирання з'єднань із натягом розраховують зусилля випресовування для конкретного з'єднання. Для визначення зусилля випресування кі-

лець підшипників застосовують формулу:

$$P_{вп} = \frac{d}{d+30} \cdot \frac{f\text{Е}\pi BN_p}{2K_п},$$

де $P_{вп}$ — зусилля випресовування кілець підшипників, Н; d — номінальний діаметр отвору підшипника, мм; f — коефіцієнт тертя у спряженні (0,10—0,25); Е — модуль пружності матеріалу підшипника ($2{,}2 \cdot 10^5$ МПа); B — ширина опорного кільця підшипника, мм; $N_р$ — розрахунковий натяг, мм; $K_п$ — коефіцієнт, який характеризує серію підшипника (2,78 для підшипників легкої серії, 2,27 — для середньої, 1,96 — для важкої серії).

Для визначення зусилля випресовування шківів, шестерень і втулок можна скористатися наближеними співвідношеннями для розрахунку зусиль запресовування з наступним додатковим коригуванням:

для стальних маточини і вала

$$P_з = 20N_б l,$$

для чавунної маточини і стального вала

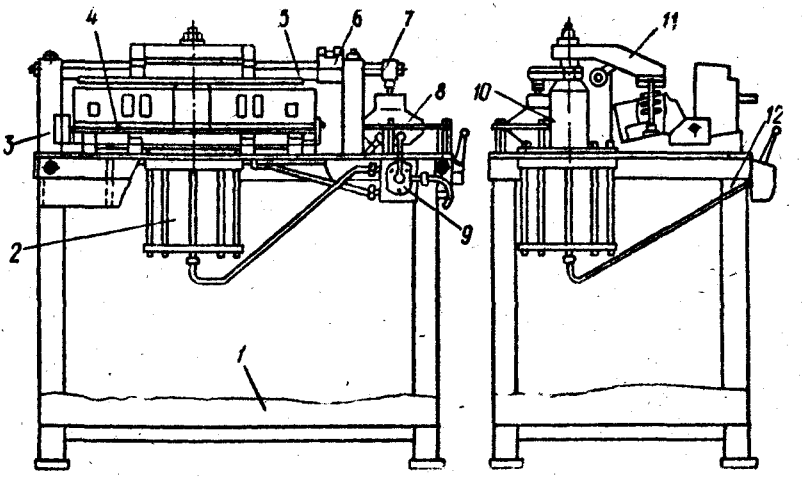
$$P_з = 11{,}5N_б l,$$

де $P_з$ — зусилля запресування, Н; $N_б$ — найбільший натяг, мкм; l — довжина маточини, мм.

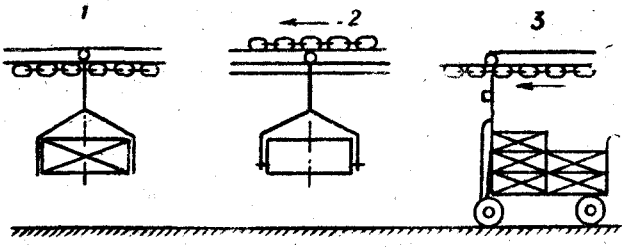
Зусилля випресовування приймають 1,20—1,30 $P_з$. Під час розбирання агрегатів і окремих вузлів застосовують універсальні і спеціалізовані одно- та багатомісні стенди.

Універсальні стенди призначені для встановлення на них однотипних агрегатів машин різних моделей або різнотипних агрегатів однієї моделі, а спеціалізовані — однотипних агрегатів машин певних моделей. На рис. 2.4 наведений стенд для розбирання (складання) головок циліндрів двигунів ЗИЛ. Під час розбирання головку циліндрів встановлюють на стояки 12. Піднімають підставку 4 і разом з нею повертають головку циліндрів у робоче положення. При включенні пневмоциліндра 2 важіль 11 з натискною планкою опускається вниз і стискає пружини клапанів, що дозволяє зняти сухарі клапанів. Після цього важіль повертається у верхнє положення і здійснюється подальше розбирання головки циліндрів. Конструкція стенда передбачає розбирання і складання кожного клапана окремо. Важіль 6, переміщуючись вздовж осі на ковзній шпонці, може встановлюватися навпроти будь-якого клапана. Поворотом рукоятки крана керування 9 включається пневмокамера 8. Шток пневмокамери з'єднаний з важелем 7, який забезпечує стискання пружини клапана поворотом осі 5 і важеля 6.

Для транспортування агрегатів, вузлів і деталей на окремих виробничих ділянках і між цехами застосовують підвісні конвеєри: вантажонесучі 1, вантажоштовхаючі 2 і вантажотягнучі 3 (рис. 2.5).



2.4. Стенд для розбирання і складання головок циліндрів:
1 — стіл; 2 — пневмоциліндр; 3, 12 — стояки; 4 — підставка; 5 — вісь; 6 — невеликий важіль; 7 — важіль; 8 — пневмокамера; 9 — кран керування; 10 — втулка; 11 — важіль з планкою



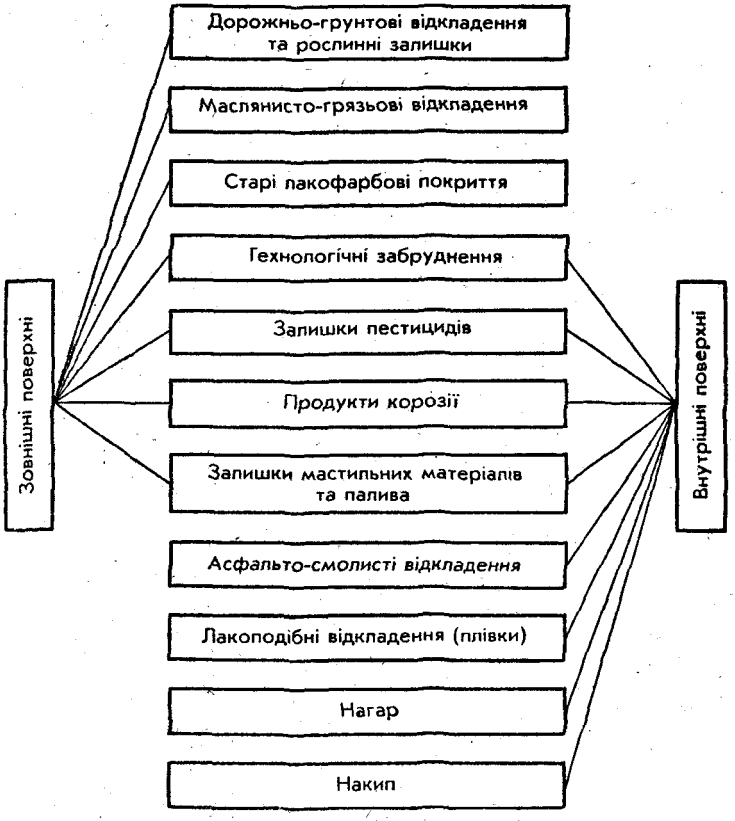
2.5. Підвісні конвеєри:
1 — вантажонесучі; 2 — вантажошітовхаючі; 3 — вантажотягнучі

У процесі розбирання деталі вкладають у спеціальну тару або контейнери. Отвори, через які може проникнути всередину деталі, вузла чи агрегату бруд, закривають дерев'яними пробками або спеціальними заглушками (різьбові отвори паливних насосів, форсунок, трубки високого тиску тощо).

Забороняється розукомплектовувати під час розбирання деталі і вузли, які обробляють разом або балансують. Наприклад, кришки корінних підшипників із блоком, кришки шатунів із шатунами, противаги колінчастих валів, вал ротора турбокомпресора з колесами турбіни і компресора. Під час розбирання ці деталі маркують. Дуже обережно знімають вузли і деталі, встановлені на ущільнювальних прокладках. Вибивають штифти, втулки і осі виколотками з мідними наконечниками і молотками з мідними бойками. Шарикопідшипники знімають за допомогою знімачів, пристроїв і пресів. Під час спресовування підшипника з вала зусилля прикладають до його внутрішнього кільця, а під час випресовування із гнізда — до зовнішнього. Не дозволяється користуватись ударними інструментами для знімання підшипників.

2.5. ОЧИСТКА ОБ'ЄКТІВ РЕМОНТУ

Характеристика забруднень об'єктів ремонту. Виконання мийно-очисних операцій пов'язане з певними труднощами, викликаними, по-перше, різноманітністю видів забруднень (рис. 2.6), які ви-



2.6. Класифікація видів забруднення

магають застосування різних способів очистки, миючих засобів і обладнання і, по-друге, тим, що, об'єкти очистки (машина, агрегат, вузол, деталь) різні за масою, матеріалом, конструкцією, формою тощо. Разом з тим рівень очистки операцій суттєво впливає на якість ремонту машин. Наприклад, незадовільна очистка блока і головки циліндрів від нагару і накипу призводить до зниження ефективної потужності двигуна на 5—8 % і збільшення витрати паливо-мастильних матеріалів на 10—20 %. Через неякісне виконання мийно-очисних операцій міжремонтний ресурс агрегатів може знижуватися до 30 %.

Багато видів забруднень містять мастильні матеріали, які у процесі експлуатації машин значно змінюються внаслідок окислення і полімеризації. Ступінь їх зміни залежить від температурних факторів і тривалості дії. Тому особливо важко видалити забруднення двигунів. Під час старіння масла і згоряння палива у двигунах утворюються вуглецеві відкладення, які поділяються на асфальто-смолисті, лакові і нагари, що потребують різноманітних способів видалення. Асфальто-смолисті відкладення — це згустки мазі, які відкладаються на картерах, щоках колінчастого вала, фільтрах і маслопроводах. Лакові відкладення являють собою плівки, які утворюються на юбці і внутрішніх стінках поршнів. Нагари — це тверді вуглецеві речовини, що відкладаються на деталях двигунів (стінках камери згоряння, клапанах, свічках запалювання, днищах поршнів, випускних трубопроводах, розпилювачах форсунок). Нагари містять більшість нерозчинних або важкорозчинних складових. Особливих способів і засобів видалення вимагають продукти корозії і накип.

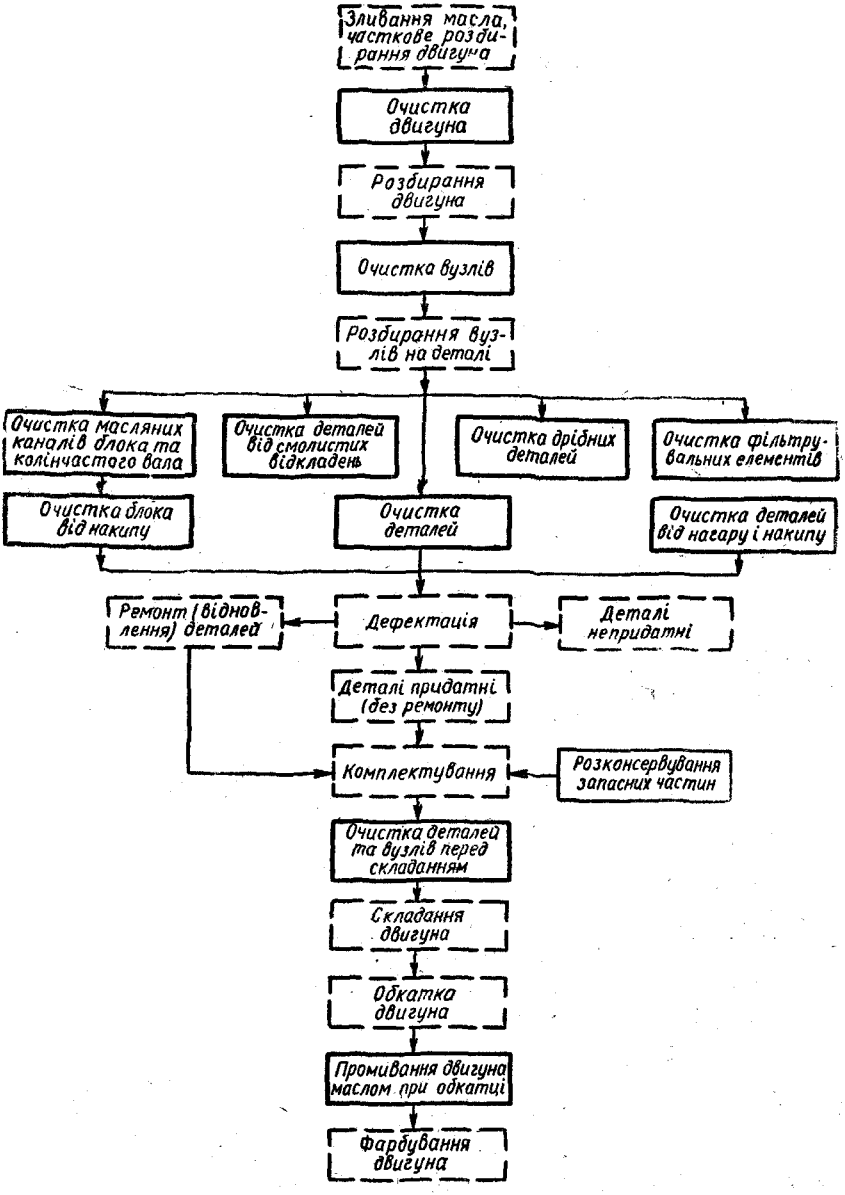
До технологічних забруднень, які утворюються у процесі ремонту машин, відносяться залишки притиральних і доводочних паст, стружка, тверді частинки абразиву у масляних каналах або шаржованні до поверхні деталей. Такі забруднення при незадовільній очистці викликають інтенсивне зношування поверхонь у період припрацювання, утворення задирів і подряпин. Технологічні забруднення потрібно видаляти безпосередньо перед складанням.

Досвід роботи ремонтних підприємств свідчить, що найраціональнішою організацією мийно-очисних робіт є багатостадійне миття об'єктів ремонту з використанням спеціальних способів очистки деталей від забруднень (рис. 2.7).

Характеристика миючих засобів. Більшість очисних операцій виконується у рідких середовищах, які руйнують і видаляють забруднення, що мають адгезійний зв'язок з поверхнею, та переводять їх у миюче середовище у вигляді розчинів, емульсій або суспензій. Забруднення видаляють струминним і заглибним способами, а також їх комбінацією.

На ремонтних підприємствах застосовують синтетичні миючі засоби (СМЗ), органічні розчинники (ОР), розчинювально-емульгуючі засоби (РЕЗ) і кислотні розчини.

Синтетичні миючі засоби найпоширеніші і складаються із кількох компонентів. Основу СМЗ (за своєю значимістю) складають синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР). Це сполуки на основі синтетичних спиртів — синтанол ДС-10 (в'язка світла рідина) і синтамід-5 (паста світло-жовтого кольору). Наявність у воді ПАР ослаблює поверхневий натяг води і забезпечує змочування забруднених поверхонь. Решта компонентів СМЗ — це лужні електроліти: кальцинована сода, метасілікат натрію (рідке скло) і три-



2.7. Технологічна схема очистки двигунів

поліфосфат натрію, які підвищують активність ПАР і виконують інші функції, що покращують властивості СМЗ. У складі СМЗ можливі й інші добавки. Вміст ПАР у СМЗ — у межах 1,5—8 % за масою.

У більшості випадків забруднення складаються із двох фаз: рідкої (масла, смоли) і твердої (асфальтени, карбіди — речовини термічного розпаду паливо-мастильних матеріалів). Видалення таких забруднень розчинами на основі СМЗ відбувається двома шляхами: емульгуванням рідкої фази з утворенням емульсії і диспергуванням (подрібненням) твердої фази, яке проходить внаслідок адсорбції ПАР на частинках забруднень. Малий поверхневий натяг розчину дозволяє йому проникати у найдрібніші тріщини частинок забруднення і адсорбувати ПАР на поверхнях цих частинок. Адсорбовані молекули ПАР створюють розклинюючий тиск на частинки, руйнуючи і подрібнюючи їх, внаслідок чого підвищується дисперсність твердих речовин і утворюються суспензії — завислі у миючому розчині нерозчинні тверді частинки.

На інтенсивність процесу емульгування і диспергування значно впливає механічний вплив розчину (струмінь рідини, вібрація тощо) і температура.

Важливим етапом в очисному процесі є стабілізація у розчині змитих забруднень і запобігання їх повторному осадженню на поверхню, що в основному залежить від складу розчину, технологічних параметрів (концентрації, температури) і забрудненості об'єкту.

Процес миття у розчинах СМЗ супроводжується піноутворенням, яке у більшості випадків є негативним фактором, оскільки обмежує використання інтенсивного перемішування, тобто знижує інтенсивність процесу емульгування і диспергування, заважає роботі насосів струминних установок. Для усунення піноутворення на ремонтних підприємствах застосовують дизельне паливо, гас, уайт-спірит (0,2—0,3 % об'єму розчину).

Під час пароструминної очистки піноутворення відіграє позитивну роль, оскільки шар піни зменшує розбризкування розчину і створює захисний шар, який зменшує випаровування.

Суттєво впливає на ефективність очистки лужність розчину, яка визначається показником pH (у нейтральному розчині pH дорівнює 7, у кислотному — менше 7, а у лужному — більше 7). Під час очистки поверхонь різних металів оптимальне значення pH розчину становить: для сталі 11,8—13,6, для легких і кольорових металів 11,5—12,8. Зниження водневого показника погіршує очистку і виникає можливість корозії металу. Стабільність лужного розчину протягом певного часу експлуатації підтримується буферною властивістю окремих компонентів СМЗ, наприклад кальцинованою содою, і періодичним поповненням розчину миючим засобом.

Зараз найпоширенішими СМЗ є лабомід (101, 102), Темп 100, 100А, МС-6 (для струминної очистки), МС-8, Лабомід-203, МС-15 і Ритм (для заглибної очистки).

Розчинні та розчинно-емульгуючі засоби використовують для очистки деталей від асфальто-смолистих відкладень способом заглиблення.

Із розчинних засобів найпоширеніші дизельне паливо, гас, бензин і уайт-спірит (важка фракція бензину), які добре розчиняють мінеральні масла, консистентні мастила і консерваційні речовини. Більш ефективні за очищувальною здатністю хлоровані вуглеводні (трихлоретилен, чотирихлористий вуглець, дихлоретан тощо), але вони через високу токсичність застосовуються лише у випадку наявності спеціальних установок, які працюють за замкнутим циклом, із строгим дотриманням всіх вимог безпеки.

Розчинно-емульгуючі речовини являють собою миючі композиції із розчинника і ПАР. Вони розчиняють і одночасно емульгують забруднення. Такі засоби сприяють швидкому видаленню міцних, наприклад смолистих відкладень, при кімнатній температурі (20—25 °С). Після обробки РЕЗ деталі ополіскують в СМЗ. Під час ремонту машин застосовують РЕЗ АМ-15, у якому основним розчинником є кселол (ароматичний вуглеводень). Установки для застосування АМ-15 мають бути герметичними.

Кислотні розчини застосовують для видалення продуктів корозії і накипу. Під час очистки деталей кислотним розчином виникає небезпека кислотного ураження, у зв'язку з чим до його складу вводять інгібітори кислотної корозії, які запобігають руйнуванню металу (препарати БА-6, Катапін тощо).

Технологія мийно-очисних операцій. Очистка об'єктів ремонту — одна із трудомістких операцій у ремонтному виробництві, пов'язана з великими затратами теплової, електричної і фізико-хімічної енергії миючих розчинів. Сумарну енергію E_c, необхідну для очистки, можна виразити так:

$$E_c = E_т + E_м + E_{фх} = \text{const},$$

де $E_т$ — теплова енергія; $E_м$ — механічна енергія; $E_{фх}$ — фізико-хімічна енергія миючого розчину.

Теплова енергія необхідна для зниження адгезійних зв'язків забруднень. Наприклад, в'язкість асфальто-смолистих відкладень на деталях двигуна при підвищенні температури від 20 до 100 °С зменшується у 100 і більше разів. Теплова енергія витрачається на нагрівання об'єктів очистки, забруднень, миючих розчинів, компенсацію теплових втрат на випромінювання, вентиляцію мийних машин тощо.

Механічна енергія, пов'язана із витратами електричної енергії, необхідна для руйнування забруднень під час очистки (привод струминних установок, пристрої для барботування миючих розчи-

нів при очистці заглибленням), а також транспортування виробів у зоні очистки.

Миючі засоби — це концентратори і джерела фізико-хімічної енергії, яка використовується під час очистки для емульгування і диспергування забруднень.

Мийно-очисне технологічне обладнання класифікується за такими ознаками:

за виконуваними функціями у технологічному процесі (зовнішнє миття, очистка агрегатів тощо);

за типом мийних машин (моніторні, струминні, заглибні, комбіновані, спеціальні);

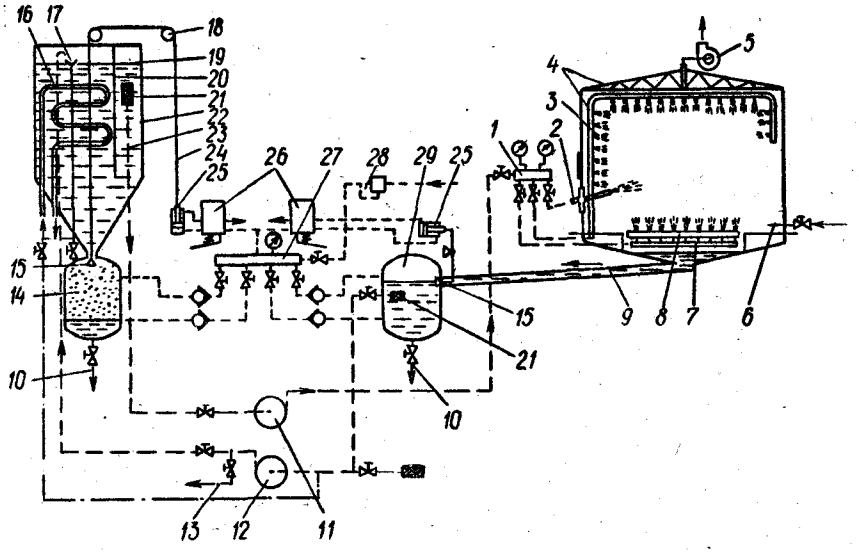
за призначенням, у залежності від типу ремонтного підприємства та об'єктів ремонту.

Зовнішню очистку машин виконують перед встановленням їх на майданчик ремонтного фонду і передремонтним діагностуванням, а також у випадках, передбачених технологічним процесом ремонту техніки. Для цього застосовують пересувні і стаціонарні мийні установки і машини.

Найпростішою є водоструминна установка для шлангового миття струменем з робочим тиском 2 МПа. Ефективніші моніторні мобільні мийні машини високого тиску (10 МПа) з регульованою формою перерізу струменя. Випускаються такі машини у трьох варіантах для очистки холодною водою (ОМ-5361.03), холодною водою і абразивною водопіщаною сумішшю (ОМ-22612) і для очистки у кількох режимах — пароводоструминною сумішшю, холодною і гарячою водою (80 °С) і застосуванням СМЗ і без них (ОМ-22616). Для підігрівання миючого розчину використовують гас.

На ремонтних підприємствах застосовують стаціонарні камерні тупикові і прохідні мийні машини (рис. 2.8). Трактор для очистки встановлюється у мийній камері на обертальний круг і обмивається струменями верхнього і нижнього душових пристроїв. Крім того, конструкцією машини передбачено гідромонітор (тиск струменя 10 МПа), керування яким здійснюється поза мийною камерою. Як мийний розчин використовують Лабомід-101 або Лабомід-102 з концентрацією 10—15 г/л, який знаходиться у спеціальному баці, призначеному для зберігання і нагрівання його до 80 °С. Інші струминні машини для зовнішньої очистки розрізняються за конструкцією душових пристроїв і характером відносного руху душового пристрою і об'єкту очистки. У деяких машинах передбачено, крім зовнішньої очистки, пропарювання внутрішніх порожнин агрегатів і баків.

На окремих ремонтних підприємствах застосовують машини для очистки напіврозібраних тракторів і автомобілів занурюванням, що дозволяє очищати як зовнішні поверхні, так і внутрішні порожнини картерів. Для підвищення ефективності очистки занурю-



2.8. Схема мийної машини ОМ-8036:

1 — водяний розподільник; 2 — гідрант; 3 — мийна камера; 4 — розпилювальний пристрій; 5 — вентилятор; 6 — водопровідна мережа; 7 — нижній розпилювальний пристрій; 8 — поворотний круг; 9 — зливна труба; 10 — зливання відстою; 11 — насос; 12 — фекальний насос; 13 — злив; 14 — брудозбирач; 15 — засувка; 16 — паровий підігрівач; 17 — лійка для зливання нафтопродуктів; 18 — блок; 19 — шар нафтопродуктів; 20 — перегородка; 21 — фільтр; 22 — бак; 23 — відстояний миючий розчин; 24 — трос; 25 — пневмоциліндри; 26 — крани керування; 27 — пневморозподільник; 28 — редуктор тиску; 29 — брудовідстійник

ванням використовують коливальну платформу, на якій встановлюють машину, затоплені струмені (струмінь рідини у рідині) тощо. Очистку виконують у СМЗ Лабомід-203 з концентрацією 20—30 г/л при температурі 80—90 °С.

Очистка агрегатів, вузлів і деталей виконується у струминних мийних машинах, машинах занурювального типу і комбінованих, де в одному агрегаті застосовуються заглибні і струминні способи.

На ремонтних підприємствах використовують три типи струминних мийних машин: камерні тупикові, камерні прохідні і секційні. Деталі в цих машинах очищають струменями миючого розчину, які подаються із насадок під тиском 0,4—1,4 МПа.

Камерна тупикова мийна машина, наприклад ОМ-4610, має у прямокутній камері відкидні двері із напрямними для візка, завантаженого об'єктами очистки, що подається у камеру машини. В останній розміщені гідранти, що обертаються навколо вертикальної осі. Верхній гідрант — це П-подібна рамка із труб, нижній гідрант (під візком) складається з двох горизонтально розміщених труб. У них водяні сопла розміщені під деяким кутом, який забезпечує обертання гідрантів за рахунок реактивних сил. Гідранти обертаються з частотою 7—10 $хв^{-1}$ (верхній) і 10—15 $хв^{-1}$

(нижній). Підігрівання миючого розчину — парове. Камерна прохідна мийна машина ОМ-1366 має душовий пристрій, подібний до душового пристрою машини ОМ-4610, але, крім того, є ще одна вітка душової системи, по якій подається миючий розчин у гумові шланги з наконечниками. Ця вітка використовується для пропарювання картерів.

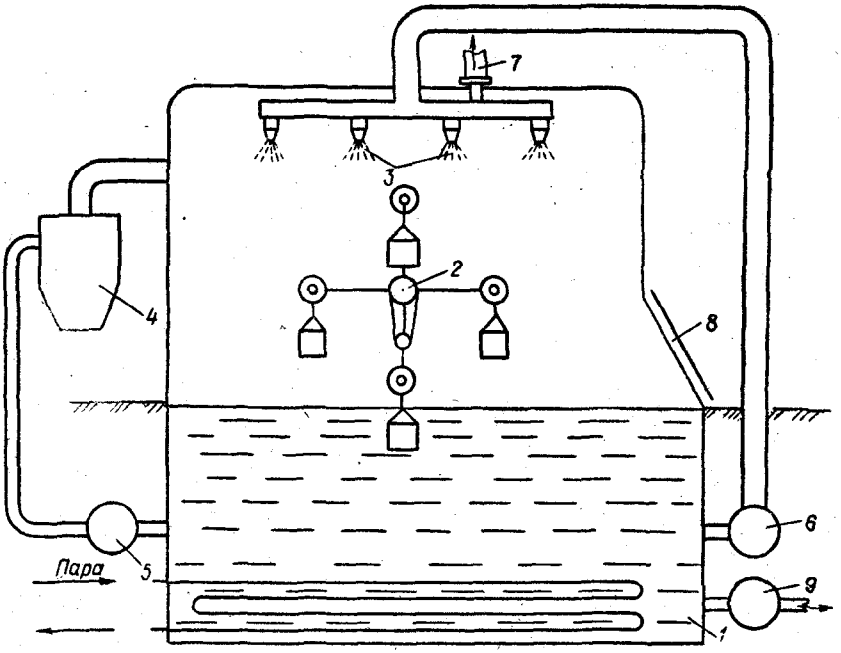
До конвеєрної прохідної двосекційної мийної машини відноситься ОМ-4267, яка оснащена підвісним конвеєром для переміщення деталей у тарі або для великих деталей безпосередньо на підвісках. Мийна камера машини прямокутної форми і виконана разом із секцією ополіскування. Конструкція мийної камери дозволяє виконувати струминну очистку розчинами СМЗ і струминне ополіскування водою.

Струминні мийні машини для очистки агрегатів, вузлів і деталей мають такі недоліки. По-перше, їх експлуатація пов'язана з великими енергозатратами і, по-друге, вони не забезпечують повного видалення забруднень у різних заглибленнях, отворах, карманах, екранованих від прямої дії миючих розчинів. Ці недоліки призвели до створення і поширення машин занурювального типу. Струминні машини застосовують лише для видалення масляно-грязьових відкладень, ополіскування деталей після обробки занурюванням, а також для миття деталей перед складанням.

Зараз поширюються роторні мийні машини різних типорозмірів, які дозволяють значно знизити енергозатрати, підвищити якість очистки і охопити широкий спектр об'єктів очистки від деталей до агрегатів і рам тракторів.

На рис. 2.9 зображена схема роторної мийної машини типу ОМ-15429. Вона складається з ванни і хрестовини з чотирма підвісками. Забруднені об'єкти поміщають у корзини на підвіски і надають їм через приводний пристрій кругового руху, при якому миюча рідина активно впливає на поверхню. Суміщення фізико-хімічного впливу миючого розчину з механічним періодичним стіканням миючої рідини з об'єктів очистки і наступним зануренням забруднених об'єктів у розчин та впливом струменів душового пристрою забезпечує високу якість очистки. Машина оснащена очисним пристроєм (гідроциклонами). Миючий розчин — Лабомід-203 (20—30 г/л). Температура розчину 80±5 °С. Тривалість очистки 10—15 хв. У процесі експлуатації машина щільно закрита кришками для зменшення витрати тепла мийним розчином.

Очистку дрібних деталей (метизів, штовхачів, коромисел клапанів, пружин тощо) виконують у галтувальних барабанах, де деталі звільняються від забруднень за рахунок взаємного тертя між собою і стінками барабана, що обертається. Іноді у барабан закладають і абразивні наповнювачі (фарфорову кришку, бій абразивних кругів тощо). Застосовують також мокре галтування. При цьому барабан занурюють у ванну з миючою рідиною, яка просо-



2.9. Схема роторної мийної машини:

1 — ванна; 2 — привод з підвісками (4 шт.); 3 — розпилювальні сопла; 4 — гідроциклон; 5, 6 — насоси; 7 — вивід до вентиляційної камери; 8 — завантажувальне вікно; 9 — фекальний насос

чується у внутрішні порожнини барабана через його перфоровану поверхню. Як миючу рідину застосовують органічні розчинники, (гас, іноді дизпаливо) або розчини СМЗ (Лабомід-203, МС-8).

Для знежирювання деталей паливної апаратури, гідросистем, карбюраторів, підшипників кочення застосовують ультразвукову обробку у спеціальних ваннах з миючим розчином СМЗ або органічним розчинником. Ультразвукові коливання генеруються спеціальними магніто- або електрострикційними перетворювачами і спрямовуються у миючий розчин. Ультразвукові хвилі викликають кавітаційне руйнування жирової плівки або нагароподібного шару на деталях.

Очистку деталей від нагару і накипу виконують механічним, хімічним, хіміко-термічним і термічним способами.

Для механічної очистки деталей від нагару у невеликих майстернях застосовують крацювання — очистку поверхонь за допомогою металевих щіток, які обертаються від електро- або пневмопривода. На підприємствах з великою програмою ремонту машин нагар очищають кісточковою кришкою (подрібненою шкаралупою фруктових кісточок), яка у спеціальних установках (типу

ОМ-3181) подається на деталі під тиском (0,4—0,5 МПа) повітря.

Термічним способом видаляють нагар із випускних колекторів двигунів нагріванням у термічній печі до 600—700 °С протягом 2—3 год з наступним охолодженням разом із піччю або випалюють полум'ям газового пальника із надлишком кисню.

В умовах спеціалізованого підприємства з ремонту двигунів застосовують хімічно-термічну обробку деталей із чорних металів у спеціальних установках (типу ОМ-14256) для очистки від нагару і накипу у розплавах натрієвих солей і лугу при температурі 400±10 °С за такою технологічною схемою: обробка у розплаві, промивання у проточній воді, травлення у кислотному розчині, промивання у гарячій воді.

Накип і продукти корозії можна також видалити хімічним способом, наприклад заглибленням деталей у 10—12%-ний розчин інгібованої соляної кислоти при 30—40 °С з наступним ополіскуванням у розчині кальцинованої соди (5 г/л) і тринатрійфосфату (2 г/л) при температурі 80—90 °С.

На ремонтних підприємствах використовують циркуляційні мийні машини для очистки системи охолодження двигунів від накипу шляхом прокачування під тиском кислотних і промивальних розчинів, а також розчинів СМЗ через масляні канали блока циліндрів і колінчастого вала.

Видалення старих лакофарбних покриттів з кабін, оперення та інших деталей виконують механічним або хімічним способами.

Механічний спосіб застосовують у ремонтних майстернях при місцевому або частковому видаленні лакофарбного покриття. Для цього використовують вологостійкі наждачні шкурки, металеві щітки, скребки. Шліфувати доцільно змочену водою або уайт-спіритом поверхню.

Хімічний спосіб передбачає використання спеціальних рідин для змивання (багатокомпонентних розчинників): СД (ОБ) — звичайна, СД (СП) — спеціальна і АФТ-1. У СД (СП) швидкість дії найменша — 5 хв, у АФТ-1 — 20 хв і СД (ОБ) — 30 хв. Синтетичні емалі видаляють рідиною АФТ-1, нітроемалі — СД. Для їх активізації до них додають фосфорну кислоту (15 мл на 1000 мл рідини). Такі розчинники викликають спученість старого лакофарбового покриття через 1,5—2 хв.

На великих ремонтних підприємствах старі лакофарбові покриття знімають у ваннах 8—10%-ним розчином каустичної соди при 80—90 °С. Після виварювання об'єкт очищають, промивають у ванні з гарячою водою протягом 40—50 хв, оберігаючись від токсичності каустичної соди.

Очистка машин для захисту рослин вимагає особливої технології, що пов'язано з підвищеними вимогами до безпеки праці і екології.

Зовнішню очистку машин та їх агрегатів виконують на спеціальному майданчику, оснащеному відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Як мийні засоби застосовують водні розчини препаратів «Діас» і «Комплекс». Миття виконується пароводяною сумішшю або гарячою водою. Для напівроз'ібраних агрегатів, вузлів і деталей використовують очистку зануренням у розчини препарату «Діас», Лабомід-203 або МС-15. Після обробки у ваннах об'єкти очистки ополіскують струминним способом розчинами СМЗ, гарячою водою і пароводяною сумішшю.

Після очистки машин від пестицидів стічні води забруднені продуктами їх розпаду та маслами. Захист навколишнього середовища повинен забезпечуватися надійною очисною системою.

Контроль якості очистки деталей виконується періодично відповідно до прийнятого технологічного процесу очистки об'єктів ремонту.

Існує кілька методів контролю очистки, які залежать від рівня забруднення деталей після очистки і висоти мікронерівностей їх поверхонь. При макроочистці (видалення забруднень, які заважають розбиранню, дефектації та механічній обробці) видаляють всі види забруднень до рівнів, обумовлених шорсткістю поверхні, нехтуючи забрудненістю у западинах мікронерівностей. Під час мікроочистки із западин шорсткої поверхні видаляють сліди забруднень, які залишилися після макроочистки, а також легкі технологічні забруднення. Від мікроочистки залежить якість складання, надійність і ресурс об'єкта ремонту, а при фарбуванні — адгезія лакофарбового покриття. Такий розподіл очисних операцій на макро- і мікроочистку економічно доцільний.

Після макроочистки застосовують ваговий метод контролю. Зважуванням деталей на аналітичних вагах до і після знімання забруднень розраховують забрудненість поверхні.

Допустима остаточна забрудненість поверхні після макроочистки: для 4-го класу шорсткості поверхні становить 1,25 мг/см^2, для 5—6 класів — до 0,70 мг/см^2 і для 7—9 класів — 0,25 мг/см^2. Під час складання допускається забрудненість не більше 0,10—0,15 мг/см^2, а перед фарбуванням — не більше 0,005 мг/см^2.

Поверхню деталей сьомого і вищих класів шорсткості контролюють люмінесцентним способом, який грунтується на властивості масел світитися під впливом ультрафіолетового проміння. За величиною плям, що світяться, визначають ступінь забрудненості поверхні. Для цього є спеціальні прилади.

Для деталей восьмого і вищих класів шорсткості використовують спосіб, при якому деталь занурюють у холодну дистильовану воду. У випадку наявності на поверхні деталі понад 0,01 мг/см^2 водяної плівки вона миттєво розривається, а при 0,005 г/см^2 розрив плівки настає через 4—7 с.

2.6. ДЕФЕКТАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ

Мета дефектації деталей — визначити їх технічний стан під час надходження машин і агрегатів на ремонт.

Для прийняття об'єктивних рішень відносно подальшого використання деталей керуються нормативно-технічними документами для даного виду і об'єкта ремонту. Порівняння фактичних (виміряних або визначених іншими методами) і нормативних значень параметрів стану дозволяє виявити наявність дефекту деталі (звідси термін «дефектація деталей»).

У нормативних документах (технічних вимогах на дефектацію) зазначені два види оцінюваних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталей: критерій допустимості подальшого використання деталі, який забезпечує ресурс до наступного ремонту, і критерій граничного стану, за якого деталь не може бути встановлена на машину. Таку деталь ремонтують (відновлюють), якщо це технічно можливо і економічно доцільно, або замінюють запасною.

Отже у процесі дефектації деталі сортують на групи, які визначають технологічні потоки деталей: деталі, придатні для подальшого використання у процесі ремонту машин; деталі, які відправляють на ремонт; непридатні деталі, які утилізують. У деяких випадках у технічних нормативних документах першу групу деталей розбивають на дві підгрупи: деталі, придатні у спряженні тільки з новою (або відновленою) деталлю, і деталі, придатні у спряженні з частково зношеною. Такий підхід передбачає можливість використання тих деталей, які за величиною зносу вже не відносяться до придатних для спряжень із зношеними деталями, але у спряженні з новими деталями ще забезпечують допустимі значення зазора у з'єднанні. Наявність такої додаткової групи деталей у деякій мірі збільшує кількість деталей, які не потребують затрат на ремонт, але при цьому ускладнюється організація технологічних потоків і комплектування деталей.

В умовах ремонтного виробництва деталі, придатні для ремонту, також можуть бути розділені на дві частини: ті, які ремонтують на самому підприємстві, і ті, що відправляють на спеціалізоване підприємство.

Деталі після дефектації маркують фарбою: придатні — зеленою; придатні у спряженні з новими або відновленими деталями — жовтою; деталі, що підлягають ремонту на даному підприємстві,— білою; на спеціалізованих ремонтних підприємствах — синьою; непридатні — червоною.

Важливим завданням, особливо для великих ремонтних підприємств, є нагромадження інформації про результати дефектації і сортування деталей з метою удосконалення організації ремонту.

Для всіх груп відсортованих деталей даної марки машин за

нагромадженою інформацією визначають коефіцієнти придатності ($К_п$), відновлення ($К_в$) і змінності ($К_з$). Вони характеризують кількість придатних деталей, що підлягають ремонту, і непридатних деталей відносно всіх однойменних деталей, які пройшли дефектацію:

$$К_п = \frac{n_п}{N}; \quad К_в = \frac{n_в}{N}; \quad К_з = \frac{n_з}{N}; N = n_п + n_в + n_з,$$

де n з індексами «п», «в» і «д» — відповідно кількість деталей придатних, що потребують відновлення і непридатних (змінних).

Важливими для спеціалізованих ремонтних підприємств є коефіцієнти повторності дефекту $К_{пд}$, які визначаються відношенням кількості деталей одного найменування з даним дефектом $n_{ді}$ до загальної кількості ремонтопридатних деталей $n_в$:

$$К_{пді} = \frac{n_{ді}}{n_в}.$$

Маючи дані про коефіцієнти повторності дефектів деталей, можна значно точніше оцінювати необхідність трудових і матеріальних витрат на відновлення деталей як під час проектування, так і в процесі функціонування ремонтного підприємства, а значить і впливати на скорочення затрат виробництва.

Для реалізації завдань дефектації використовують такі методи: органоліптичні, інструментальні за геометричними параметрами і виявлення прихованих дефектів.

Органоліптичні методи дефектації грунтуються на оцінках технічного стану деталей за допомогою органів чуття і виконуються:

зовнішнім оглядом, за допомогою якого виявляють видимі пошкодження і зміни початкової форми деталі (тріщини, пробоїни, обломи, викришування, раковини, задири, жолоблення, пошкодження різьб);

остукуванням — на слух (за деренчливим або глухим звуком) визначають малопомітні тріщини, ослаблення заклепок рам, зазори у нерухомих з'єднаннях деталей;

випробуванням вручну — визначають, наприклад, придатність різьб закручуванням і відкручуванням болта або гайки, заїдання у підшипниках кочення провертанням їх внутрішнього або зовнішнього кільця, вільність переміщень деталей рухомих з'єднань.

Всі ці способи дефектації у багатьох випадках не дають можливості зробити остаточний висновок про технічний стан об'єктів дефектації, оскільки вони мають суб'єктивний характер.

Інструментальні методи дефектації за геометричними параметрами передбачають визначення дійсних розмірів зношених деталей, похибок їх форми і взаємного розміщення осей і поверхонь, а також зазорів у спряженнях. Для цього використовують універсальні і спеціальні вимірювальні засоби. Крім того, застосовують

калібри і шаблони, які відносяться до контрольних, а не вимірювальних засобів, оскільки визначають лише відповідність геометричних параметрів технічним вимогам, а не їх дійсні значення.

Вимірювання при дефектації виконують у місцях максимального зношування за найменшим значенням розміру вала й найбільшим значенням отвору.

До універсальних вимірювальних засобів відносяться: штангенінструменти; мікрометричні, індикаторні, важільно-механічні, оптико-механічні і оптичні інструменти.

До спеціальних засобів дефектації належать різні індикаторні пристрої для перевірки згину валів, згину і скрученості шатунів, неспіввісності гнізд корінних підшипників, радіальних зазорів у підшипниках кочення, пружності поршневих кілець і пружин тощо.

Вимірювальні засоби мають певні метрологічні характеристики. До основних з них з точки зору вибору вимірювального інструменту для конкретного об'єкту вимірів відносяться межі вимірювань, ціна поділки і гранична похибка вимірювання. Вибір вимірювального засобу залежить від співвідношення між допуском на допустиме зношування $\delta_з$ (а не допуском на розмір) і граничною похибкою інструменту $\Delta\lim$ (за довідковими даними). Щоб імовірність вибракування придатної деталі або пропуску непридатної була допустимо мала, повинно зберігатися відношення:

$$\Delta \lim \leqslant K\delta_з,$$

де K приймають рівним 0,25—0,30.

Під час дефектації допуск $\delta_з$ визначається як різниця між середнім за кресленням і допустимим при ремонті розмірами.

Калібри для дефектації використовують не з двома граничними межами, як у випадку виготовлення або відновлення деталей, а з однією, прохідні, налагоджені тільки на допустимий розмір. Можливе застосування калібрів з двома межами, якщо, наприклад, один бік налагоджений на допустимий розмір у з'єднанні з новою деталлю, а другий — на розмір, допустимий з деталлю, яка була у експлуатації, при цьому деталі сортуватимуться на дві групи.

Для контролю отворів під час виготовлення (відновлення) застосовують повні пробки, а при дефектації — неповні або у вигляді нерегульованих нутромірів. Такі конструкції калібрів дозволяють уникнути помилок, пов'язаних з нерівномірністю зношення внутрішніх поверхонь (повна пробка може пропустити непридатну деталь, бо не ввійде в отвір по меншому розміру нерівномірно зношеної поверхні, хоча її більший розмір вийшов за межі допустимого).

Методи виявлення прихованих дефектів. Для визначення тріщин від втомленості (у колінчастих валах, шатунах, важелях по-

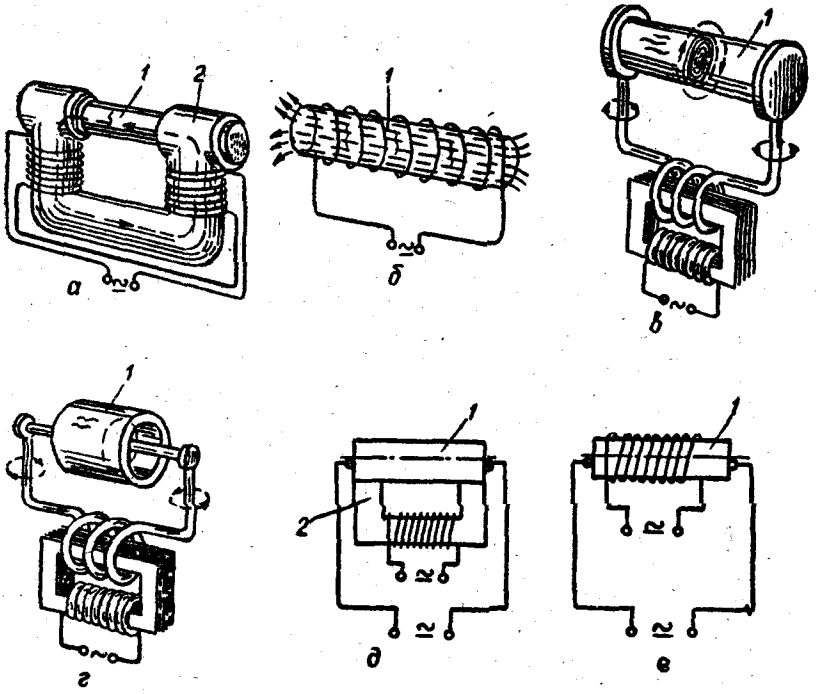
воротних кулаків, кульових пальцях рульових тяг тощо), тріщин від силових і теплових навантажень (у блоках і головках циліндрів) та дефектів зварних швів застосовують фізичні методи дефектоскопії (магнітної, капілярної, ультразвукової, гідравлічної і пневматичної).

Магнітна дефектоскопія застосовується для виявлення зовнішніх прихованих дефектів (тріщин) у деталях із феромагнітних матеріалів (сталі, чавуна). Вона полягає в тому, що при дії магнітного поля у місцях тріщин створюються магнітні силові лінії і концентруються на кінцях тріщин. Феромагнітні частинки (дрібнозернистий порошок прокаленого окису заліза) намагнічуються у магнітному полі і притягуються до місця дефекту, утворюючи на поверхні деталі у зоні тріщини характерний рисунок. Способом магнітної дефектоскопії можна виявити тріщини шириною до 1 мкм. Перед намагнічуванням на поверхню деталі наносять суспензію із трансформаторного масла (40 %), гасу (60 %) і магнітного порошку (50 г/л). Для контролю деталей з малою магнітною проникністю (малою твердістю) суспензією покривають деталь під час намагнічування, а для контролю деталей з високою магнітною проникністю (деталі із легованих сталей і термічно оброблені) використовують остаточну намагніченість і покривають деталь суспензією після зняття намагнічувального поля.

Для виявлення тріщин необхідно, щоб магнітні силові лінії розміщувались по можливості перпендикулярно (не менше 20°) до тріщини, бо інакше розсіювання магнітних силових ліній може бути незначним і дефект важко виявити. Тому для виявлення тріщин різного напрямку (поперечних, поздовжніх або розміщених під кутом до осі симетрії) застосовують різні способи намагнічування (рис. 2.10). Для виявлення поперечних тріщин виконують поздовжнє намагнічування, а для виявлення поздовжніх і розміщених під кутом — циркуляційне. Останнє досконаліше і зручніше для виявлення тріщин у деталях складної конфігурації, наприклад у колінчатих валах.

Намагнічування деталі здійснюють на магнітних дефектоскопах, які різняться за способом намагнічування, видом струму і призначенням. У ремонтному виробництві застосовують універсальний магнітний дефектоскоп М-217, який має змогу виконувати циркуляційне поздовжнє і місцеве намагнічування, а також дефектоскопи ПМД-70, ПМД-68 та інші. Після магнітної дефектоскопії деталі розмагнічують, переміщуючи їх через відкритий соленоїд, який живиться змінним струмом, або пропускають струм через деталь, поступово зменшуючи його до нуля.

Капілярні методи грунтуються на здатності деяких рідин із задовільною змочуваністю проникати у найдрібніші тріщини. Такі рідини називають пенотрантами (проникними). До цих методів відносяться люмінесцентна і кольорова дефектоскопії для



2.10. Схеми намагнічування деталей:
а і б — поздовжнє; в, г — циркуляційне; д, е — комбіноване; 1 — деталь, що намагнічується; 2 — електромагніт

виявлення поверхневих тріщин у деталях, виготовлених із магнітних і немагнітних матеріалів.

Люмінесцентний метод використовує здатність флуоресцентних речовин світитися при опроміненні ультрафіолетовими променями.

Технологія люмінесцентного контролю складається із операцій очистки і знежирювання деталі; нанесення проникної рідини (гасу з додаванням мінерального масла, дефектолю тощо); витримки 5—10 хв; видалення рідини (промиванням деталі у воді); висушування деталі струменем теплого повітря; нанесення (напилення) проявного порошку (селікогелю, окису магнію) і огляду деталі у темноті під ультрафіолетовими променями ртутно-кварцевої лампи (установки ЛЮМ-1, ЛД-4 тощо). Порошок поглинає рідину, що залишилася у тріщинах, і під час опромінення підсилює свічення, сприяючи надійнішому виявленню дефекту.

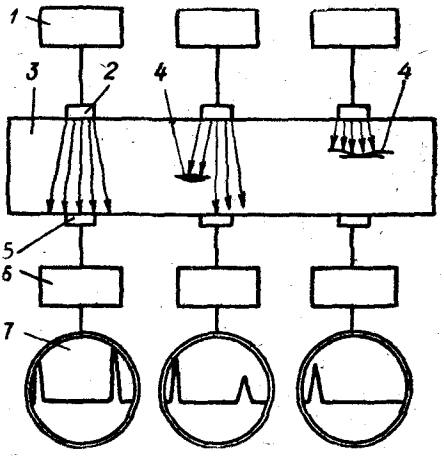
Метод фарб, або кольорова дефектоскопія, передбачає використовувати як пенотрант суміш із гасу (65 %), мінерального масла (30 %) і скипидару (5 %), забарвлену у чер-

воний колір барвником «Судан»-IV (10 г/л). Технологія аналогічна застосовуваній при люмінесцентному методі, тільки проявником є біла фарба (суміш — цинкові білила, розчинник і біла нітроемаль).

Ультразвукова дефектоскопія дозволяє виявити волосовину, внутрішні тріщини, раковини, шлакові включення і непроварювання у зварному шві.

Суть ультразвукової дефектоскопії полягає у тому, що при поширенні ультразвукових коливань у деталях відбувається відбивання коливальної енергії від меж двох середовищ (повітря-метал, стороннє включення-метал), яке реєструється відповідними приймачами.

Схеми конструкцій ультразвукових дефектоскопів на тіньовому та імпульсному принципах виявлення дефектів наведені на рис. 2.11.



2.11. Схема установки ультразвукової дефектоскопії тіньовим методом:

1 — генератор; 2 — п'єзовипромінювач; 3 — виріб; 4 — дефект; 5 — п'єзоприймач; 6 — підсилювач; 7 — індикатор

Контроль прихованих дефектів гідравлічним і пневматичним методами. Гідравлічний метод (опресування) контролю застосовують для таких деталей як блок і головка блока циліндрів двигуна. Гідравлічне випробування вказаних деталей виконують на спеціальних стендах під тиском 0,4—0,5 МПа з витримкою 5 хв. Стабільність тиску (за манометром) і відсутність підтікань свідчать про справність деталі.

Пневматичним методом виявляють пошкодження у радіаторах, паливних баках і шинах. Повітря під тиском 0,05—0,1 МПа подають всередину об'єкта випробувань, який попередньо занурюють у ванну з водою, і за наявністю бульбашок повітря, що виходять, визначають його справність.

Вхідний контроль — це перевірка об'єктів ремонту, виробів і продукції, що надходить на підприємство для ремонту.

Вхідний контроль передбачає перевірку відповідності об'єктів ремонту технічним вимогам до сільськогосподарської техніки під час здачі у ремонт і оцінку технічного стану деталей у процесі їх дефектації. Ремонтний фонд піддається суцільному контролю. Крім того, вхідний контроль проходять запасні частини, матеріали та інші види виробів і продукції, які використовуються у процесі ремонту. Ці об'єкти проходять вибірковий контроль за спеціальни-

ми рекомендаціями, розробленими на основі методів вибіркового статистичного контролю якості продукції.

Для вхідного контролю використовують відповідні способи і засоби вимірювань. Основний обсяг робіт по вхідному контролю припадає на перевірку запасних частин.

Економічний ефект від вхідного контролю — це зменшення затрат на заміну дефектних деталей, які виявляють на таких стадіях технологічного процесу ремонту, як складання, обкатка, випробування і під час експлуатації.

2.7. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ УСУНЕННЯ ДЕФЕКТІВ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ

Зношування поверхонь спряжених деталей призводить до порушень розмірних зв'язків між деталями спряження, механізму або вузла. Ці зв'язки виражаються основним рівнянням розмірного ланцюга:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{p} A_{i\text{зб}} - \sum_{i=1}^{q} A_{i\text{зм}},$$

де A_{Δ} — замикаюча ланка; $A_{i\text{зб}}$ і $A_{i\text{зм}}$ — складові, які відповідно збільшують і зменшують ланки розмірного ланцюга; p і q — кількість збільшуваних і зменшуваних ланок.

У процесі роботи взаємопов'язаних деталей значення замикаючої ланки змінюється. У той же час її розмір є одним із параметрів, граничне значення якого визначає втрату роботоздатності спряження (механізму, вузла). Відновлення роботоздатності за рахунок відновлення початкового значення замикаючої ланки може бути досягнуто шляхом впливу на зміну розмірів складових ланок.

Разом з тим у випадку багатоланкових розмірних ланцюгів відновлення роботоздатності механізму (вузла) початково можливе за допомогою регулювальних операцій. Наприклад, регулювання зазора між клапаном і коромислом клапана газорозподільного механізму двигуна, між зубами конічних шестерень головної передачі заднього моста машини тощо.

Однак, оскільки у процесі зношування змінюються не тільки розміри, але й форми тертьових поверхонь, відновлення замикаючої ланки регулюванням обмежене значенням похибки форми деталей. У цьому випадку необхідні інші способи відновлення розмірних ланцюгів.

Розглянемо ці питання для триланкових розмірних ланцюгів, які входять до складу розмірних ланцюгів механізмів і вузлів. Рівняння таких ланцюгів подамо у вигляді:

$$S = A - B,$$

де S — зазор (у деяких випадках натяг); A — розмір отвору (охоплюючої поверхні, у тому числі наприклад, шпонковий паз

тощо); B — розмір вала (охопленої поверхні, у тому числі, наприклад, шпонка тощо).

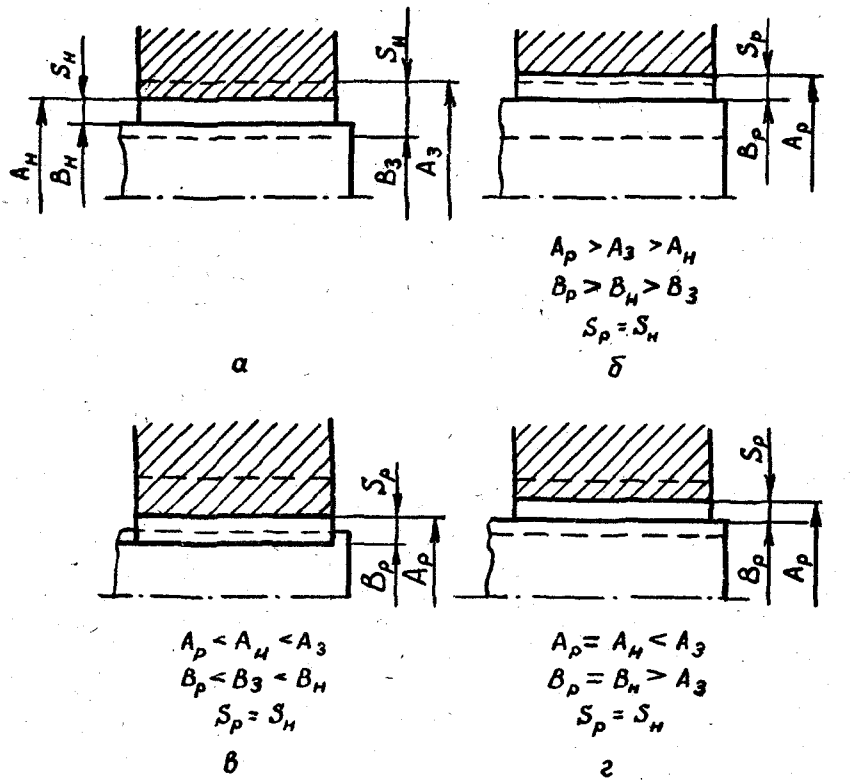
Зміна розмірів A і B через зношування призводить до зміни зазора S, тобто зміни характеру посадки. Відновити посадку можна зміною розмірів зношених деталей $A_з$ і $B_з$ до значень $A_р$ і $B_р$ певними способами ремонтних впливів за умови збереження рівності:

$$S = A_н - B_н = A_р - B_р,$$

де індекс «н» відноситься до нових незношених деталей нормального розміру, тобто розміру за робочим (основним) кресленням.

Із аналізу наведеної рівності можна встановити загальні методи відновлення посадки спряжених деталей, рис. 2.12 (на схемах зношування поверхонь віднесене до одного боку).

На рис. 2.12, а зображена схема висхідного стану спряження, а на рис. 2.12, б — 2.12, г — після ремонтних впливів. Зношені поверхні позначені пунктиром.



2.12. Схеми варіантів загальних методів відновлення посадки з'єднань

Відновлення посадки одночасним збільшенням (див. рис. 2.12, б) або зменшенням (див. рис. 2.12, в) розмірів отвору і вала. Ці варіанти дозволяють відновити посадку, але розміри отвору і вала відрізнятимуться від розмірів, передбачених для виготовлення цих деталей. Розміри, встановлені для ремонтуємої або виготовлення нової деталі, які відрізняються від аналогічних розмірів деталі за робочим (основним) кресленням, називаються ремонтними розмірами. Вони діляться на категорійні і пригоночні. Категорійними називаються ремонтні остаточні розміри деталей, встановлені для певних категорій ремонту, пригоночними — ремонтні розміри деталей, встановлені із врахуванням припуску на пригонку деталі за місцем призначення.

Під час ремонту спряжень із відновленням тільки посадки використовуються деталі ремонтного розміру, при застосуванні яких одна з них піддається механічній обробці у процесі ремонту, а друга (збільшеного розміру для вала і зменшеного розміру для отвору) випускається промисловістю у вигляді запасних частин. Деталь, яку механічно обробляють, коштує більше. Наприклад, відновлення спряження циліндр — поршень здійснюється механічною обробкою циліндра до ремонтного розміру, якому відповідає поршень ремонтного (збільшеного) розміру, що випускається промисловістю; зношені корінні і шатунні шийки колінчастого вала шліфуються і комплектуються із вкладишами ремонтного (зменшеного) розміру виробничого виготовлення.

Ремонтні розміри встановлюють виходячи із величини і характеру зношування поверхні. Таких розмірів для даної деталі може бути кілька.

На рис. 2.13 зображена схема формування ремонтного розміру для отвору і вала. Із схеми видно, що із урахуванням нерівномірності зношування перший ремонтний розмір може бути розрахований із таких залежностей:

для отвору
$$D_{p1} = D_н + 2(U'_{max} + Z);$$

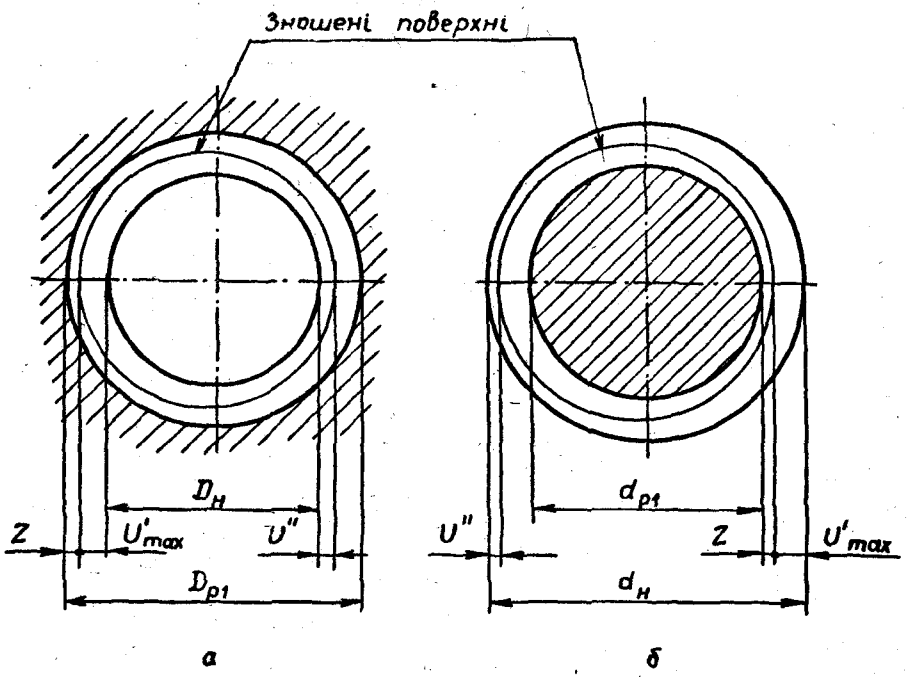
для вала
$$d_{p1} = d_н - 2(U'_{max} + Z),$$

де $D_н$ і $d_н$ — нормальні розміри отвору і вала; U'_{max} — максимальне однобічне зношування; Z — припуск на механічну обробку на бік.

Замість однобічного максимального зношування для розрахунку використовують коефіцієнт нерівномірності зношування, який визначається так:

$$K_{нз} = \frac{U'_{max}}{U'_{max} + U''},$$

де U'' — діаметрально протилежне зношування відносно U'_{max}; U — загальна величина зношування по діаметру; звідси $U'_{max} =$



2.13. Схема формування ремонтних розмірів:
а — отвору; б — вала

$=K_{нз}U$, а залежність для розрахунку ремонтних розмірів набуде вигляду:

$$D_{р1} = D_н + 2(K_{нз}U + Z) \text{ і } d_{р1} = d_н(K_{нз}U + Z).$$

У випадку симетричного зношування відносно осі деталі $K_{нз}=0{,}5$, у випадку однобічного — $K_{нз}=1$, тобто $0{,}5<K_{нз}<1$. Величина $K_{нз}$ для конкретних деталей встановлюється експериментальним шляхом. Наприклад, для шийок колінчастого вала $K_{нз}=0{,}7—0{,}8$, для циліндрів двигуна $K_{нз}=0{,}6—0{,}7$.

Якщо вираз $2(K_{нз}U+Z)$, який визначає ремонтний інтервал, позначити Δ, то розрахункові формули для ремонтних розмірів набудуть вигляду:

$$D_{рi} = D_н + i\Delta \text{ та } d_{рi} — i\Delta,$$

де i — номер ремонтного розміру (1, 2, ...).

Граничні, максимальний для отвору ($D_{рmax}$) і мінімальний для вала ($d_{рmin}$), ремонтні розміри призначаються з урахуванням можливого впливу зміни розмірів деталі на зменшення жорсткості і механічної міцності, на збільшення питомого тиску і зниження поверхневої твердості ремонтованої деталі, інакше кажучи, на зниження ресурсу (строку служби).

За значеннями ремонтного інтервалу і граничних ремонтних розмірів отвору або вала можна визначити кількість ремонтних розмірів:

для отвору $n_A = \frac{D_{p\max} - D_н}{\Delta}$;

для вала $n_B = \frac{d_н - d_{p\min}}{\Delta}$.

Однак застосування ремонтних розмірів має суттєвий недолік — порушується взаємозамінність деталей (зберігається тільки у межах одного ремонтного розміру). Крім того, збільшується номенклатура запасних частин і ускладнюється організація процесів комплексування і складання вузлів, зберігання деталей на складах. Незважаючи на ці недоліки, застосування стандартних ремонтних розмірів виправдовується певною економічною доцільністю.

Відновлення посадки за рахунок зміни розмірів до початкових із дотриманням взаємозамінності відновлених деталей з новими розв'язується, перш за все, за тим же принципом, що й у випадку застосування деталей ремонтних розмірів, з тією різницею, що в одному випадку схема спряження виглядає так: оброблена деталь — зазор — нова деталь ремонтного розміру, а в другому — нарощена деталь — зазор — нова деталь стандартного розміру. Наприклад, зношене посадочне місце під підшипник кочення в картері коробки передач може бути відновлене місцевим залізненням із встановленням нового стандартного підшипника кочення.

Способів компенсації зношеного поверхневого шару багато і використовуються вони залежно від факторів, що впливають на інтенсивність зношування конкретного спряження, а також економічної доцільності способу. До останніх відносяться різні види наплавлення і напилення, електролітичні, електрофізичні та інші види покриттів, встановлення додаткових деталей (наприклад, цілісні і скрутні втулки, приварювання металевої стрічки). Компенсація зношеного поверхневого шару наведеними способами — це частина технологічного процесу, після чого обов'язкова, як правило, розмірно-точнісна, а нерідко і зміцнювальна обробка.

Відновлення спряження до початкових розмірів можливе способами компенсації зношеного поверхневого шару не тільки до однієї, але й одночасно до двох деталей спряження.

Для всіх методів відновлення посадки спряжень точність замикаючої ланки повинна відповідати початковій. Оскільки допуск замикаючої ланки дорівнює сумі допусків складових ланок, то допуск на обробку вала і отвору має бути таким, як при виготовленні нових деталей.

2.8. КОМПЛЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Комплектування деталей — це підготовча операція до складання вузлів, агрегатів і машин.

В умовах основного виробництва деталі комплектують за номенклатурою, відповідною даній складальній одиниці, з урахуванням однорідності груп, у випадку селективного складання, а також підбирання деталей за масою.

Підбирання деталей за масою відноситься до деталей шатунно-поршневої групи двигунів і має важливе значення, оскільки різниця маси рухомих деталей від різних циліндрів може викликати вібрацію двигуна і підвищення інтенсивності зношування його деталей. Номер селективної групи і маса деталей маркуються на деталі.

Комплектування деталей в умовах ремонтного виробництва має свої особливості: складальні одиниці можуть комплектуватися не тільки деталями з нормальними розмірно-точносними параметрами, заданими основним (робочим) кресленням, що має місце при виготовленні деталей, але й деталями ремонтних розмірів, а також деталями частково зношеними з параметрами, допустимими під час ремонту.

У невеликих ремонтних майстернях застосовують також індивідуальне відбирання деталей, яке забезпечує нормативне значення зазора у спряженні, наприклад поршень — циліндр.

Під час комплектування виконують підгоночні операції, наприклад обробку внутрішньої поверхні втулки верхньої головки шатуна (після запресування у шатун) під розмір поршневого пальця.

Отже у ремонтному виробництві повна взаємозамінність зберігається тільки для складання із деталей з нормальними параметрами (нові або відновлені). Із таких деталей деякі спряження складаються селективним методом, тобто методом неповної взаємозамінності (поршень — гільза, поршень — палець тощо). Для деталей ремонтних розмірів (нових або відремонтованих) взаємозамінність зберігається лише у межах ремонтного розміру (категорійного). Деталі зношені, але з допустимими при ремонті параметрами, у більшості спряжень втрачають свою взаємозамінність. Тому процес складання машин може здійснюватися методами повної і неповної взаємозамінності, у тому числі методами селективного складання, а також із використанням регулювальних пристроїв — компенсаторів (регулювання клапанів, конічних підшипників кочення, конічних шестерень тощо) і припасувальних операцій (розвертання втулок верхньої головки шатуна тощо). Припасувальні операції трудомісткі і мають бути мінімальними, особливо в умовах спеціалізованих підприємств.

Деталі деяких спряжень, які мають допустимі при ремонті розміри, втрачають свою взаємозамінність і повинні надходити на складання нерозкомплектованими.

Питома вага того чи іншого методу складання залежить від типу і марки ремонтованих машин, програми і оснащеності ремонтного підприємства.

Розглянуті особливості складання під час ремонту машин вимагають організації процесу комплектування деталей і вузлів не тільки за їх номенклатурою (специфікацією або комплектувальними відомостями), як це має місце у виробництві нових машин, але й із урахуванням неповної взаємозамінності і навіть її відсутності.

Під час комплектування складальних одиниць користуються комплектувальними картами або специфікаціями, наведеними у картах технологічного процесу на складання.

У процесі комплектування деталі укладають у тару (для даної складальної одиниці), яка надходить на відповідні місця складання. Тара може переміщуватися на спеціальних рухомих візках або у контейнерах, підвішених до підвісного конвеєра.

2.9. СКЛАДАННЯ ВУЗЛІВ, АГРЕГАТІВ І МАШИН

Складання вузлів, агрегатів і машин — це ряд послідовних операцій по складанню окремих з'єднань, якість яких визначають такі основні фактори:

ретельність очистки, миття, обдування стиснутим повітрям деталей, що надходять на складання;

відповідність геометричних параметрів і маси, шорсткості поверхонь, незрівноваженості деталей і вузлів параметрам, заданим нормативно-технічною документацією;

відсутність розкомплектування спряжених деталей, зазначених у документації (у випадку заміни однієї з деталей виконується відповідне підбирання і пригонка);

якість виконання комплектувальних робіт, застосування на складанні відповідного обладнання, пристроїв та інструментів, які забезпечують задану якість складання з'єднань;

дотримання регламентованих технологічних режимів, інструкцій і вимог до складання з'єднань;

використання на складанні рекомендованих матеріалів, ущільнювальних і стопорних елементів тощо.

Всі стадії складання виконують відповідно до технологічних процесів на складання. Інструмент і обладнання аналогічні тим, які застосовують при розбиранні.

Складання різьбових з'єднань (шпильок, гайок, болтів, гвинтів) становить 25—35 % загальної трудомісткості складальних робіт.

Під час складання різьбових з'єднань повинні забезпечуватись:

співвісність осей болтів, шпильок, гвинтів та різьбових отворів і необхідна щільність посадки у різьбі;

відсутність перекосів торця гайки або головки болта відносно поверхні спряженої деталі, оскільки перекос є основною причиною відривання гвинтів і шпильок;

дотримання послідовності і стабільності зусиль затягання групи гайок (головка циліндрів тощо).

Складання нерухомих з'єднань. Якість складання пресових з'єднань формується під впливом таких факторів: матеріалу спряжених деталей, геометричних розмірів, форми і шорсткості поверхні, співвісності деталей і прикладеного зусилля запресування, наявності масла тощо.

Шорсткість поверхонь у нерухомих спряженнях повинна перевищувати R_a=2,5—1,25 мкм, бо виникне зминання нерівностей і зменшиться натяг.

Під час складання спряжень великими натягами охоплюючу деталь нагрівають, а охоплену — охолоджують. Температуру нагрівання або охолодження визначають за формулою:

$$T = (1{,}2 - 1{,}3) \cdot 10^{-3} \frac{N}{\alpha d},$$

де α — коефіцієнт лінійного розширення матеріалу деталі; N — натяг у спряженні, мкм; d — номінальний діаметр спряжених деталей, мм.

Температура нагрівання не повинна перевищувати 500 °С, щоб деталь не втратила початкову міцність. Перед запресуванням деталь нагрівають у маслі, розплавленому свинці або відкритим способом, а охолоджують зрідженими газами, повітрям, азотом або сухим льодом.

Під час запресовування підшипників кочення за допомогою оправок необхідно, щоб зусилля запресовування передавалось безпосередньо на торець відповідного кільця: внутрішнього — під час напресовування на вал, зовнішнього — у корпус і на обидва торці кілець, якщо підшипники напресовуються на вал і входять у корпус. Для полегшення напресовування підшипника його нагрівають у маслі до температури 80—100 °С.

Складання зубчатих передач. Роботоздатність зубчатих передач визначається геометрично точністю зубчатих коліс і зачеплення (боковий зазор, форма, площа і положення плями контакту зубів). Ці фактори залежать від стану корпусних деталей, точності посадочних отворів, міжосьової відстані, непаралельності осей тощо.

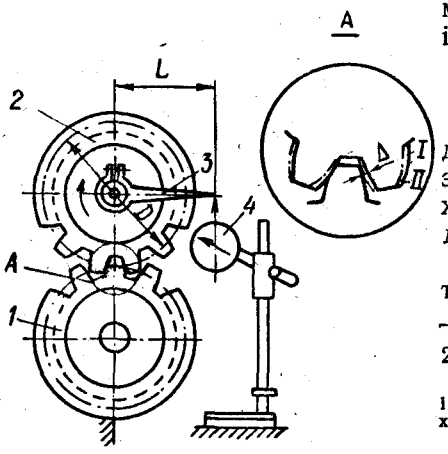
Точність складання більшості зубчатих передач забезпечується методом повної взаємозамінності, тобто точністю геометричних параметрів спряжених зубчатих коліс і корпусної деталі.

Тому зубчаті колеса і корпусні деталі повинні відповідати точності, заданій технічною документацією.

Бокові зазори між зубами вимірюють індикатором або щупом, а для зубчатих зачеплень із великим модулем — свинцевою пластиною, прокотивши її між зубами і вимірявши її товщину. У випадку незмінної центрової відстані боковий зазор у зачепленні вимірюють індикатором (рис. 2.14) і визначають за формулою:

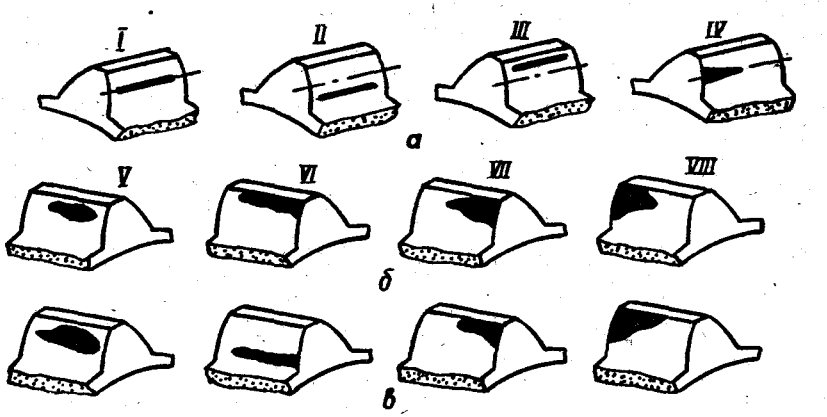
$$\Delta = \frac{D}{2L} h,$$

де D — діаметр початкового кола зубчастого колеса, мм; L — довжина плеча, мм; h — покази індикатора, мм.



2.14. Контроль бокового зазора в зачепленні циліндричних зубчастих коліс:
1 — нижня шестірня; 2 — зубчасте колесо; 3 — хомут; 4 — індикатор; I—II — положення зубчастого колеса

Прилягання (взаємний контакт) робочих поверхонь зубчастих коліс перевіряють «на фарбу». Для цього робочі поверхні шестерні покривають фарбою і кілька разів повертають зубчаті колеса у різні боки. Форма і розміщення відбитка свідчать про якість контакту робочих поверхонь (рис. 2.15). Точність складання конічних і гіпоїдних зубчатих передач забезпечується регулюван-



2.15. Перевірка правильності контакту зубчатих коліс «на фарбу»:
а — циліндричних; б — конічних зубів ведучої шестірні; в — конічних зубів веденої шестірні; I — нормальна міжцентрова відстань; II — зменшена; III — збільшена; IV — перекіс осей; V — нормальне зачеплення; VI, VII, VIII — неправильне зачеплення

ням за допомогою компенсаторів — набору регулювальних шайб, кілець, прокладок або гайок.

Складання шпонкових і шліцьових з'єднань. Застосовують три основних види шпонкових з'єднань — з призматичною (звичайною), сегментною і клиновидною шпонками. Під час складання шпонкових з'єднань перших двох видів особливу увагу приділяють підгонці шпонки за торцями і зазором по її зовнішньому боку. Оскільки через торці шпонок передаються крутні моменти, вони повинні бути дуже точно підігнані за шпонковим пазом спряженої деталі. Клиновидні шпонки мають входити у пази спряжених деталей за висотою, між боковими гранями повинен бути зазор.

Під час складання нерухомих шліцьових з'єднань (натяг 0,03—0,04 мм) охоплюючу деталь шестерню нагрівають до 90—120 °С, а потім запресовують на вал до упору. У випадку рухомої посадки шестерні на шліцьовому валу вона повинна вільно переміщуватися по валу без заїдань.

Складання конусних з'єднань виконують, звертаючи особливу увагу на прилягання конусних поверхонь. Тому його починають із підбирання охоплюючої деталі за конусом вала, провіряючи якість спряження «на фарбу», на кочення і за глибиною посадки на валу. Конусні з'єднання складають так, щоб між торцями охоплюючої і охоплюваної деталей залишався зазор для затягання з'єднання і наступного його підтягання.

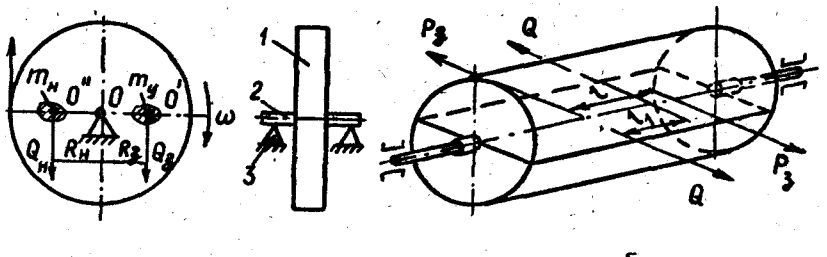
Балансування деталей і вузлів машин. Цій операції підлягають вироби із значними обертальними масами і великими кутовими швидкостями (колінчасті вали з маховиками, карданні вали, молотильні барабани тощо).

Внаслідок механічної незрівноваженості деталей виникають додаткові динамічні зусилля, які діють на підшипники та інші опори деталей. Все це призводить до вібрацій і, як наслідок, прискореного зношування спряжень і руйнування деталей.

Для зрівноважування обертального тіла необхідно виконати дві умови: центр мас має знаходитися на геометричній осі обертання; вісь обертання — бути головною віссю інерції.

Ці умови витримуються під час проектування і виготовлення машин, однак у процесі експлуатації через зношування і деформації деталей, а також ремонтні впливи порушуються умови зрівноваження. Тому обертальні елементи ремонтованих об'єктів повинні бути обов'язково збалансованими.

Розрізняють статичну і динамічну незрівноваженість (балансування). Статична незрівноваженість деталі — це незбігання її центра тяжіння з віссю обертання. Наприклад, якщо до ідеально (теоретично) зрівноваженого тіла (рис. 2.16) на відстані $R_н$ від центра обертання O прикріпити тягарець масою $m_н$, то центр тяжіння його зміститься у бік вантажу. Виникає статична незрівноваженість, яка під час обертання тіла викликає дію відцентро-



2.16. Схема зрівноваження деталей під час балансування:
а — статичного; б — динамічного; 1 — деталь; 2 — оправка; 3 — опора

вої сили:

$$P_н = m_н R_н \omega^2,$$

де ω — колова швидкість тіла.

Для усунення цього виду незрівноваженості застосовують статичне балансування деталей і вузлів. Деталь 1 насаджують на гладеньку, точно оброблену і зрівноважену оправку 2, яку встановлюють на паралельні, строго горизонтальні опори з малим тертям (призми або підшипники). Під дією незрівноваженої маси деталь довільно повернеться і встановиться так, що маса знаходитиметься у крайньому нижньому положенні. Виявивши місце концентрації незрівноваженої маси (O''), необхідно у діаметрально протилежній точці (O') на відстані $R_з$ прикріпити тягарець масою $m_з$. У цьому випадку деталь знаходиться в умовах рівноваги:

$$\Sigma M_O = Q_н R_н - Q_з R_з = 0.$$

Звідси маса зрівноваженого тягарця:

$$Q_з = Q_н \frac{R_н}{R_з}.$$

Із наведеної залежності видно, що статична незрівноваженість не залежить від довжини, а тільки від діаметра деталі. Тому статичне балансування виконують для деталей (вузлів) з відносно великим діаметром і малою довжиною (маховики, шківи, диски тощо) шляхом знімання металу, вкручування штифтів, встановлення додаткових шайб, пересування спеціальних тягарців.

Динамічна незрівноваженість виникає, якщо вісь обертання (вузла) не збігається з головною віссю інерції. Під час обертання вала (рис. 2.16, б) незрівноважені (за довжиною) маси викликають дію пари сил Ql_1, яка намагається повернути вісь вала на деякий кут, тобто зміщує головну вісь інерції відносно осі інерції. Зрівноважується момент цієї пари іншою парою сил, прикладеною у тій же площині:

$$Ql_1 = P_з l,$$

де $P_з$ — зовнішня зрівноважувальна сила; l — відстань (плече) пари зрівноважувальних сил.

Динамічному балансуванню підлягають деталі з великою довжиною і невеликим діаметром (колінчасті і карданні вали тощо). Динамічне балансування виконують на спеціальних балансувальних машинах.

2.10. ОБКАТКА І ВИПРОБУВАННЯ ВУЗЛІВ, АГРЕГАТІВ ТА МАШИН

Обкатка і випробування об'єктів ремонту після складання — заключні і особливо відповідальні операції ремонту. Обкаткою досягають взаємного припрацювання тертьових поверхонь деталей для підготовки їх до роботи з нормальним робочим навантаженням.

До причин, які викликають необхідність обкатки вузлів, агрегатів і машин відносяться такі:

1. Поверхні деталей спряжень мають мікронерівності. При цьому площа фактичної опорної поверхні значно менша номінальної, а значить і питомі тиски мають великі значення. У процесі роботи рухомого спряження у міру руйнування нерівностей тертьових поверхонь площа їх контакту збільшується, питомий тиск зменшується і разом з цим знижується швидкість зношування.

2. Виготовлені деталі, що надходять на складання, мають спотворення форми (у межах допуску). У процесі складання вузла і агрегату внаслідок накладання похибок виникають порушення взаємного розміщення деталей. Похибки форми і порушення взаємного розміщення деталей можуть збільшуватися під час складання внаслідок затягування кріпильних деталей. Наприклад, овальність гільз циліндрів двигунів СМД-14 після складання у 2—3 рази перевищує технічні вимоги на овальність, прийняті заводом-виготівником.

3. Під час ремонту машин виникають додаткові причини, які викликають збільшення напруженості роботи спряження, оскільки на складання надходять нові, відновлені, а також ті, що були в експлуатації придатні деталі.

Через шорсткість і хвилястість поверхонь спряжених деталей, наявності похибок форми і їх взаємного розміщення початковий період роботи спряжень є напруженим, викликає підвищення температури, можливе схоплювання, форсоване зношування.

У цьому разі можуть руйнуватися глибокі шари поверхонь деталей, що призводить до підвищеної інтенсивності зношування, а іноді і до аварійного руйнування. Для забезпечення мінімального знімання металу з поверхонь деталей у початковий, найважчий і найнапруженіший період їх роботи необхідно створити особливі умови роботи спряжень у цей період, щоб за найкоротший час припрацювались спряжені деталі.

Припрацювання спряжених деталей характеризується зміною геометрії поверхонь тертя і фізико-механічних властивостей шарів матеріалу у початковий період.

Основне припрацювання спряжених поверхонь виникає у перші 2—3 год і закінчується для двигунів через 50—60, а для агрегатів трансмісії — через 100—120 год. Його виконують за два етапи: перший — обкаткою на ремонтному підприємстві і другий — обкаткою в експлуатаційних умовах під час роботи з неповним навантаженням.

Обкатку вузлів, агрегатів і машин (масляного і паливного насосів, гідронасоса, коробки передач, ведучих мостів тощо) на ремонтному підприємстві виконують на спеціальних стендах, на яких створюють попередньо задані режими роботи. Тривалість і режими обкатки встановлюються нормативно-технічною документацією. Обкатку в експлуатаційних умовах виконують відповідно до вказівок інструкції з експлуатації машини даної марки.

Випробування — це контрольна операція, яка оцінює якість ремонту. Під час випробування визначають основні показники роботи об'єктів ремонту, наприклад потужність і питому витрату палива двигуном, продуктивність і об'ємний ККД гідронасоса у відповідності з діючими технічними вимогами.

Випробування виконують після достатнього припрацювання поверхонь тертя на режимах, які не викличуть руйнування поверхонь від перевантаження. У період обкатки і випробування виявляють дефекти, допущені під час складання, а також перевіряють і регулюють деякі механізми (зазор між клапаном і штовхачем, момент впорскування у паливному насосі тощо).

2.11. ФАРБУВАННЯ МАШИН

Загальні відомості. Фарбування машин, а також агрегатів, вузлів і деяких деталей виконується з метою створення покриттів на металевих і дерев'яних поверхнях, які захищають їх від впливу оточуючого середовища, корозії металу і гниття деревини, а також у декоративних цілях для забезпечення вимог технічної естетики. Для фарбування використовують різні лакофарбові матеріали (рідкі або пастоподібні багатокомпонентні речовини, які при нанесенні тонким шаром на тверду поверхню висихають з утворенням плівки — лакофарбового покриття, яке утримується на поверхні силами адгезії).

До лакофарбових покриттів ставляться такі основні вимоги: висока адгезія до поверхні виробу, газо- і водонепроникність, механічна міцність, стійкість проти зношування і хімічна стійкість.

Надійність покриття залежить від зовнішніх факторів, які руйнують фарбовий шар, і рівня технологічного процесу фарбування. Точне дотримання технологічного процесу може сприяти

значному обмеженню впливу шкідливих дій, тобто збільшенню строку служби покриття.

У процесі експлуатації лакофарбове покриття сільськогосподарської техніки змінюється під впливом сонячної радіації, перепаду температур і атмосферних опадів, різних видів забрудненості, механічних впливів тощо. Ці зміни відбиваються на фізико-хімічних і механічних властивостях покриття і викликають його старіння і руйнування. Основною причиною старіння є хімічні процеси, які спричиняють руйнування структур (деструкцію) лакофарбового покриття: розрив ланцюгів макромолекул, зменшення їх розміру тощо. При цьому одночасно проходить і процес подальшої полімеризації (структурування) лакофарбового покриття, який призводить до підвищення твердості та зниження пластичності плівки. Руйнуючі впливи деструкції інтенсивніші. Крім того, на пофарбованій поверхні мають місце і процеси електрохімічної корозії.

Руйнування лакофарбового покриття пов'язане також із фізичними процесами: розтріскуванням покриття внаслідок різних коефіцієнтів теплового розширення плівки і підфарбованого металу, впливом вібрацій і ударів, ерозійним руйнуванням покриття під дією пилу, грунту, оброблюваного матеріалу тощо.

Зовнішньою ознакою початку старіння лакофарбових покриттів є втрата блиску і милення (на пофарбованій поверхні з'являється білий порошок — дрібні частинки пігменту, які входять до складу лакофарбного покриття і легко видаляються).

Оскільки сільськогосподарська техніка експлуатується в умовах підвищеної запиленості, де можуть міститися агресивні речовини (добрива, хімікати), і зберігається часто на відкритих майданчиках, піддаючись температурним коливанням і опадам, лакофарбові матеріали потрібно правильно вибирати, щоб вони могли захистити поверхню техніки.

Лакофарбові матеріали складаються із таких основних компонентів:

плівкоутворювальних речовин — оліфи (на основі рослинних масел і синтетичних смол), бітумів, асфальтенів і ефірів, які сприяють склеюванню пігментів і наповнювачів і утворенню після висихання твердої тонкої корозійностійкої плівки;

пігментів — порошкоподібних природних і синтетичних кольорових окислів і солей металів, нерозчинних у воді, розчинниках і плівкоутворювальних речовинах, які надають покриттю необхідного кольору (залізний сурик, свинцеві білила, синій кобальт тощо), а також подрібнених металевих порошків (алюмінієвої пудри, золотистої бронзи тощо);

розчинників — органічних летких рідин (ацетону, уайт-спіриту, бензолу, ксилолу, сольвенту), які розчиняють плівкоутворюючі речовини;

розріджувачів — багатокомпонентних органічних рідин, призначених для доведення лакофарбових матеріалів до рекомендуємої в'язкості (речовини подібні до розчинників, але значно дешевші), а також для їх розрідження у випадку загустіння у період зберігання.

До лакофарбових матеріалів можуть входити також:

пластифікатори (для підвищення еластичності покриття); сикативи (для прискорення затвердження плівкоутворюючих речовин); наповнювачі (порошкоподібні неорганічні речовини — крейда, каолін, білила тощо), нерозчинні у воді, розчинниках, плівкоутворюючих речовинах, які вводять для міцності, зменшення вартості покриття; спеціальні добавки, наприклад, для морозостійкості лакофарбового покриття.

До основних видів готових лакофарбових матеріалів відносяться лаки, фарби, емалі, грунтівки і шпатлівки.

Лак — це розчин плівкоутворюючих речовин в органічних розчинниках або воді, який після висихання утворює тверду прозору однорідну плівку (бітумні лаки утворюють непрозору плівку).

Фарба — суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами на оліфі, маслі, емульсії, латексі, яка після висихання утворює непрозору однорідну плівку.

Емаль — суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами у лаці, яка після висихання утворює непрозору тверду плівку з різним блиском і фактурою поверхні.

Грунтівка — суспензія пігменту або суміші пігментів з наповнювачами у плівкоутворюючій речовині, яка після висихання утворює непрозору однорідну плівку з хорошою адгезією до підкладки і покривних шарів.

Шпаклівка — густа в'язка маса із суміші пігментів з наповнювачами у плівкоутворюючій речовині, призначена для заповнення нерівностей і зглажування фарбуємої поверхні.

Всі лакофарбові матеріали діляться на групи залежно від основних плівкоутворюючих, які входять до їх складу і мають своє позначення наприклад, масляні-МА, нітроцелюлозні — НЦ, пентафталієві — ПФ, гліфталеві — ГФ, бітумні — БТ, епоксидні — ЭП тощо. Всередині цих груп лакофарбові матеріали класифікуються за ознакою переважного призначення: атмосферостійкі — 1, для роботи у приміщеннях — 2, консерваційні — 3, водостійкі — 4, спеціальні — 5, маслобензостійкі — 6, хімічно стійкі — 7, термостійкі — 8, електроізоляційні — 9, грунтівки — 0, шпаклівки — 00 тощо.

У позначенні лакофарбового матеріалу зазначають: вид матеріалу (лак, фарба, емаль, грунтівка, шпаклівка), плівкоутворюючу речовину (МА, ПФ, ГФ, НЦ тощо), номер групи переважного призначення, присвоєний матеріалу порядковий номер, колір тощо. Наприклад емаль ПФ-133 — емаль пентафталева (ПФ), атмосфе-

ростійка (1), регістраційний номер 33, грунтівка ГФ-021 — гліфталева (ГФ) грунтівка (0), регістраційний номер 21; шпатлівка НЦ-008 — нітроцелюлозна (НЦ) шпатлівка (00), регістраційний номер 8.

Для лакофарбових матеріалів, які не містять органічних розчинників (водорозріджувальних, порошкових, водоемульсійних), після найменування лакофарбового матеріалу ставлять буквенний індекс: П — фарба порошкова, В — фарба водорозріджувана, Э — фарба водоемульсійна, Б — лак без активного розчинника. Наприклад, фарба Э-ВА-524: Э — емульсійна, ВА — полівенілацетатна, 5 — спеціальна, 24 регістраційний номер.

Технологія фарбування машин. Покриття із лакофарбових матеріалів роблять, як правило, багатошаровими і складаються із:

шару грунтівки — для забезпечення міцного зв'язку між поверхнею, що фарбується, і наступними шарами фарби;

шару шпаклівки (місцевої або загальної) — для згладжування нерівностей поверхні. Шпаклівка повинна мати хороші механічні властивості навіть у товстому шарі;

одного або кількох фарбових шарів (основний елемент покриття), який повинен мати задовільну покривну здатність, механічну міцність, газо- і водонепроникність, не бути токсичним і пожежонебезпечним.

Загальна товщина лакофарбового покриття невелика — у середньому 100 мкм. У випадку збільшення товщини шару прискорюється руйнування покриття через вібрації пофарбованих поверхонь і різке коливання температури. Шар меншої товщини швидше зношується і не забезпечує захисту пофарбованої поверхні від корозії.

Підготовка поверхонь до фарбування і послідовне нанесення шарів лакофарбових покриттів становить основу технології фарбування машин та їх складових частин.

На різних стадіях процесу нанесення лакофарбових матеріалів можуть використовуватися різні технологічні способи, застосування яких залежить від призначення операцій, конструктивних особливостей об'єктів фарбування і необхідності місцевого або загального фарбування, а також від спеціалізації і програми ремонтного виробництва.

Агрегати і деякі складові частини машин (двигуни, рами, мости, баки тощо) фарбують до встановлення їх на машину. Кабіну, капоти та інші зовнішні складові частини машин попередньо грунтують і остаточно фарбують після загального складання.

Підготовка поверхні до фарбування передбачає знімання старої фарби, видалення, корозії, зачищення і знежирювання деталей (див. п. 2.5).

Дефекти поверхонь (зминання, подряпини тощо) усувають зачищенням ручними, електро- і пневмошліфувальними машинками.

Знежирювання об'єктів фарбування виконують у мийних машинах розчинами СМЗ або пароструминним способом — пароводяним (або з додаванням СМЗ) струменем при температурі 60—95 °С і тиску 0,8—2 МПа.

Ділянки поверхонь, покритих іржею, перед фарбуванням обробляють перетворювачами іржі, основним компонентом яких є ортофосфорна кислота. Вони перетворюють продукти корозії заліза у захисний шар хімічно стійких нерозчинних з'єднань, які мають високу адгезію до поверхні металу. Шар розпушеної і шарової іржі попередньо видаляють механічним шляхом, а потім знежирюють уайт-спіритом.

Наявність на поверхні об'єкту фарбування навіть невеликої кількості забруднень (більше 0,005 мг/см^2) суттєво знижує або навіть усуває можливість утворення адгезійних зв'язків між поверхнею, що фарбують, і покриттям.

Грунтування виконують, як правило, розпилюванням грунту на підготовленій поверхні. Для міцного зчеплення з поверхнею шар грунту потрібно добре просушити. Більшість грунтівок (крім фосфотуючих ВЛ-02, ВЛ-023) рекомендується сушити при 100—110 °С протягом 30 хв. Грунтівки-перетворювачі іржі готовлять безпосередньо перед використанням шляхом змішування основи і кислотного затвердника у співвідношенні: на 100 масових частин основи грунту додають 3 масові частини 85%-ного розчину ортофосфорної кислоти. Витрата грунту для одношарового покриття не перевищує 150 г/м^2, тривалість висихання при температурі 18—22 °С становить не більше 24 год. Строк зберігання грунту з ортофосфорною кислотою — не більше доби.

Шпаклювання виконують пензлем, розпилювачем, а для заробки більш глибоких нерівностей — вручну, шпателем. Шпаклівку наносять тонким шаром кілька разів так, щоб загальна товщина покриття не перевищувала допустимої для кожної шпаклівки: алкідностирольної — 0,1 мм, нітрошпаклівки — 0,5, епоксидної місцями до 2—5, масляних і гліфталевих — 2 мм. Після висихання кожного шару покриття поверхню шліфують для покращення зчеплення між шарами. Шліфування виконують водостійкою шкуркою, сильно змочуючи поверхню водою. Для проміжного шпаклювання застосовують шкурки № 8 або № 6, для остаточного № 4 або № 5, надіті на шліфувальний блок, виготовлений із вулканізаційної гуми. Шліфування виконують вручну ручними електричними (ИЭ-2102А, ИЭ-2103А) і пневматичними (РД-1, ОПМ-3, ОПМ-4) машинками.

Зовнішні фарбувальні шари наносять повітряним розпиленням, безповітряним розпиленням із нагріванням і без нього лакофарбового матеріалу, розпилюванням в електричному полі високої напруги (електрофарбування), струминним обливанням і зануренням

із формуванням нанесеного на поверхню виробу покриття у середовищі пари розчинника.

Основним методом нанесення лакофарбових матеріалів є повітряне розпилення, яким наносять до 70 % лакофарбних матеріалів. При цьому застосовують установку, яка працює так. Стиснуте повітря із ресивера компресора по шлангу подається у масловідокремлювач, у якому очищається від води і масла, і далі по шлангу до фарборозпилювача, а по шлангу через редуктор тиску у фарбонапірний бак. Під тиском повітря лакофарбовий матеріал при відкритому крані із фарбонапірного бака по трубці і шлангу підводиться до фарборозпилювача. Повітря і лакофарбовий матеріал подаються у фарборозпилювач одночасно. Лакофарбовий матеріал при виході із сопла фарборозпилювача зустрічає струмінь стиснутого повітря, подрібнюється ним, захоплюється і наноситься на поверхню у розпиленому стані.

Якщо обсяг робіт невеликий, застосовують фарборозпилювачі, у яких лакофарбний матеріал подається силою тяжіння із невеликого бачка, розміщеного на корпусі фарборозпилювача.

Існують фарборозпилювачі із внутрішнім і зовнішнім змішуванням. У перших лакофарбовий матеріал змішується з повітрям у камері перед розпилювальним соплом, в який обидва компоненти надходять під тиском, у других — підведене до сопла стиснуте повітря з великою швидкістю спрямовується у кільцевий отвір між матеріальним і повітряним соплами і, захоплюючи навколишнє повітря, створює розрідження перед матеріальним соплом. Якість розпилювання у останньому випадку добра, але збільшується туманоутворення.

Промисловістю виготовляються фарборозпилювачі із зовнішнім змішуванням таких марок: КРУ-1, КР-20, КР-10-1, СО-72, ЗИЛ.

Залежно від величини надлишкового тиску фарборозпилювачі бувають середнього (0,25—0,55 МПа) і низького (до 0,15 МПа) тиску. Відстань від головки розпилювача до поверхні, що фарбується, для плоского струменя повинна становити 250—350 мм, для круглого — не більше 400 мм.

До недоліків повітряного розпилювача відносяться втрати лакофарбного матеріалу (20—40 %), необхідність застосування ручної праці в умовах, шкідливих для здоров'я, і складного обладнання — розпилювальних камер з потужною вентиляцією і очисними пристроями.

Під час безповітряного фарбування розпилювальний лакофарбний матеріал подається насосом під високим тиском до сопла розпилювача, у якому набуває швидкості, вищої за критичну при даній в'язкості. Матеріал розпилюється у результаті перетворення потенціальної енергії рідини, яка знаходиться під тиском 10—20 МПа, у кінетичну при виході із сопла фарборозпилювача. Внаслідок падіння тиску у струмені до атмосферного звільняються

сили, які намагаються розширити лакофарбний матеріал. Легколетка частина розчинника випаровується із збільшенням об'єму і подрібнює лакофарбний матеріал. Промисловістю випускаються установки ФАКЕЛ-3, ВЕЄР-1 тощо.

Застосовують також розпилювання лакофарбових матеріалів під високим тиском (4—10,0 МПа) з нагріванням до 40—100 °С. Від нагрівання знижується поверхневий натяг і в'язкість лакофарбових матеріалів, що дає можливість розпилювати більш в'язкі лакофарбні матеріали і отримувати покриття товщиною до 25—30 мкм за одну технологічну операцію.

Метод струминного обливання передбачає обливання виробу лакофарбовими матеріалами із системи сопел і витримування у паровій зоні (парах розчинників) для грунтівки 8—10 хв, для емалей 10—14 хв. Концентрація парів розчинників — 15—20 мг/л. У цих умовах випаровування розчинників уповільнюється, що сприяє рівномірному розтіканню лакофарбового матеріалу по поверхні і утворенню рівномірного за товщиною покриття.

Метод занурення застосовують для виробів, до обробки яких не ставляться високі вимоги. У цьому випадку вироби повністю занурюють у ванну з лакофарбовими матеріалами, потім виймають і витримують для стікання надлишку матеріалу.

Фарбування в електричному полі високої напруги заключається в тому, що між двома електродами, що знаходяться під напругою і розміщені на деякій відстані один від одного, створюється електричне поле. Одним із електродів є виріб, що фарбується, (позитивний заземлений електрод), а другим — коронуючий електрод (негативний). У створене між ними постійне електричне поле високої напруги вводять розпилений лакофарбний матеріал, частинки якого, заряджаючись від іонізованого повітря або кромки електроду, рухаються по силових лініях електричного поля і осідають на заземленому виробі, утворюючи на його поверхні рівномірне покриття.

Для нанесення покриттів у електростатичному полі використовують пневматичні, безповітряні або відцентрові електростатичні розпилювачі. В електростатичному полі можна наносити покриття тільки із лакофарбових матеріалів, які мають певні електрофізичні властивості: питомий об'ємний опір ($1 \cdot 10^6 — 1 \cdot 10^7$ Ом·см) і діелектричну проникність 6—10. Для надання цих властивостей у лакофарбові матеріали вводять розчинники (РЭ-1В, РЭ-2В, РЭ-3В тощо).

Якість фарбування виробів в електричному полі залежить не тільки від електричних властивостей лакофарбового матеріалу, але й від напруги на коронуючих електродах, відстані від них до поверхні, що фарбується, прийнятої напруги на електродах, в'язкості лакофарбових матеріалів, вологості і температури у фарбувальній камері. Промисловістю виготовляється стаціонарне

автоматичне обладнання, яке працює при напрузі 100—140 кВ і ручне — 30 кВ (УЭРЦ-4, УЭРЦ-5 і УГЭР-3).

Сушіння лакофарбових покриттів передбачає перетворення лакофарбної плівки у тверде покриття (тобто процес плівкоутворення).

Процес сушіння можна розділити на два періоди: інтенсивного випаровування розчинника і утворення просторових структур у результаті хімічних процесів окислення, конденсації і полімеризації.

Залежно від умов матеріалів, організації виробництва і вимог до покриття сушіння може бути природним (холодним) при температурі повітря 18—23 °С або штучним при підвищених температурах. За тепловим впливом на поверхню розрізняють конвекційний, терморадіаційний і терморадіаційно-конвекційний способи.

При конвекційному способі тепло передається виробу під час безпосереднього контакту плівки фарби з гарячим повітрям, випаровування розчинників починається з поверхні покриття з утворенням зовнішньої твердої плівки, внаслідок чого утруднюється вихід летких речовин із нижніх шарів фарби, що може призвести до утворення на покритті пор і тріщин. Тому виріб потрібно нагрівати з малою швидкістю для рівномірного випаровування розчинника із покриття.

Терморадіаційне сушіння заключається в тому, що інфрачервоні промені безпосередньо нагрівають виріб через шар фарби і сушіння покриття починається із середини. Від поверхні деталі пари розчинника вільно виходять через рідкий шар покриття. Джерелом інфрачервоних променів є дзеркальні лампи розжарювання потужністю 250 і 500 Вт і трубчасті електронагрівачі. До недоліків терморадіаційного способу відносяться:

нерівномірне висихання плівки пофарбованих поверхонь виробів складної конфігурації внаслідок різної відстані до поверхні генератора випромінювання;

економічна недоцільність застосування цього методу для литих виробів із стінками товщиною понад 30 мм;

неможливість сушити світлі емалі, які жовтіють під впливом інфрачервоних променів.

Терморадіаційно-конвекційний спосіб заключається в тому, що виріб нагрівають терморадіаційним і конвекційним способами, які дозволяють проводити гаряче сушіння як зовнішніх поверхонь виробу, опромінюваних інфрачервоними променями, так і недосяжних поверхонь. Цей спосіб застосовують для сушіння в одній камері виробів різної конфігурації і розмірів.

Контроль якості лакофарбових покриттів. Якість покриття оцінюють за зовнішнім видом (блиском, видимими включеннями, хвилястістю тощо) і товщиною покриття. Дуже тонка плівка може пропускати вологу і гази, сприяючи передчасному руйнуванню

поверхні. Дуже товста плівка легко розтріскується і відшаровується. Для визначення товщини лакофарбового покриття використовують прилади, принцип дії яких грунтується на зміні сили тяжіння магніту до ферромагнітної підкладки (поверхні деталі), залежно від товщини шару покриття.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) ДЕТАЛЕЙ

3.1. КЛАСИФІКАЦІЯ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) ДЕТАЛЕЙ

Основною особливістю дефектів, які виникають внаслідок зношування, є необхідність компенсації (відновлення) зношеного поверхневого шару. При цьому в загальному випадку технологічний процес за своїм призначенням повинен складатися з трьох технологічних частин: компенсації (відновлення) зношеного поверхневого шару; відновлення розмірно-точносних характеристик; зміцнення відновленого поверхневого шару.

При усуненні дефектів, не пов'язаних з тертям, технологічні процеси також поділяються за своїм умовним призначенням (рис. 3.1).

Кожна із складових частин технологічного процесу класифікується за технологічними способами. Наведені складові частини технологічного процесу і відповідні їм способи виконання частіше всього пов'язані між собою, але може бути варіант, коли застосовується тільки одна складова частина процесу, наприклад компенсація зносу опорного котка трактора електрошлаковим наплавленням. Послідовність переходу технологічного процесу від однієї його частини до другої для парних деталей може бути різною.

3.2. РУЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ І НАПЛАВЛЕННЯ

Фізико-металургійні і технологічні основи зварювання. *Зварюванням* називають технологічний процес одержання нерознімного з'єднання твердих матеріалів через встановлення міжатомних зв'язків між зварювальними деталями. Для цього необхідно атоми матеріалу однієї деталі наблизити до атомів матеріалу другої деталі на відстані порядку 10^{-10} м, яка приблизно дорівнює відстані між атомами матеріалу зварювальних деталей. У випадку такого наближення зовнішні електрони атомів утворюють загальну (колективну) електронну систему.

При кімнатній температурі метали не з'єднуються навіть від стискання значними зусиллями. У випадку прикладання зусилля

у декілька десятків тонн в окремих контактних точках виникають міжатомні зв'язки, але після знімання навантаження вони руйнуються за рахунок дії сил пружності. Чим більша пластичність і менша твердість матеріалу, тим нижчий питомий тиск, за якого можливе з'єднання деталей.

Загальноприйнятим способом зниження твердості і підвищення пластичності є нагрівання металу. Для одержання міцного зварювального шва метал, нагрітий до пластичного стану, осаджують (піддають пластичному деформуванню). Якщо температуру зварювальних деталей довести до температури плавлення, то процес проходить без осадження за рахунок сплавлення об'ємів розплавленого металу деталей у загальній зварювальній ванні.

Таким чином, залежно від способу зближення атомів, зварювальні процеси можна розділити на зварювання плавленням і пластичним деформуванням (тиском).

Наплавлення — різновидність зварювання, яке полягає в нанесенні шару металу на поверхню деталі.

Зварювання і наплавлення металів класифікується за фізичними, технічними та технологічними ознаками.

Фізичні ознаки характеризують форму підведеної при зварюванні та наплавленні енергії і дозволяють виділити три класи зварювальних процесів:

термічний, який характеризується підведенням теплової енергії (дугова, газова, високочастотна, термітна, електрошлакова, плазмова, електронно-променева і лазерна);

термомеханічний — поєднання підведення теплової і механічної енергії тиску (електроконтактна, дифузійна, газопресова, вибухом);

механічний — з використанням механічної енергії (тертя, ультразвукової, холодної).

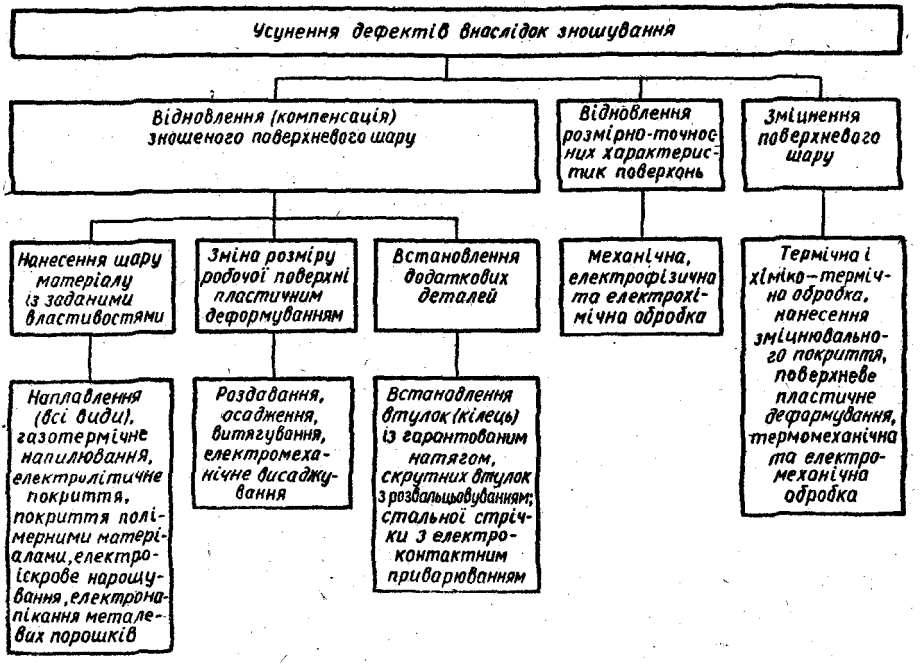
Технічні ознаки характеризуються способом захисту зони зварювання від взаємодії з оточуючим середовищем, безперервністю процесу і механізацією подачі та переміщення електроду відносно деталей.

Технологічні ознаки характеризують особливості технологічного процесу зварювання (дугове, газове, плазмове, лазерне тощо).

Під час вибору способу відновлення деталі необхідно враховувати умови її роботи, властивості матеріалу та процеси, які відбуваються під час утворення зварювального з'єднання.

Найважливішим, з точки зору кінцевих властивостей виробу, є зміна хімічного складу, структури, властивостей матеріалу деталі і рівень внутрішніх напруг та деформацій у зоні з'єднання.

У зварювальному з'єднанні можна виділити три зони (рис. 3.2). До І зони відносяться зони шва і сплавлення, де метал при зварюванні нагрітий до температури плавлення і знаходиться в рідкому



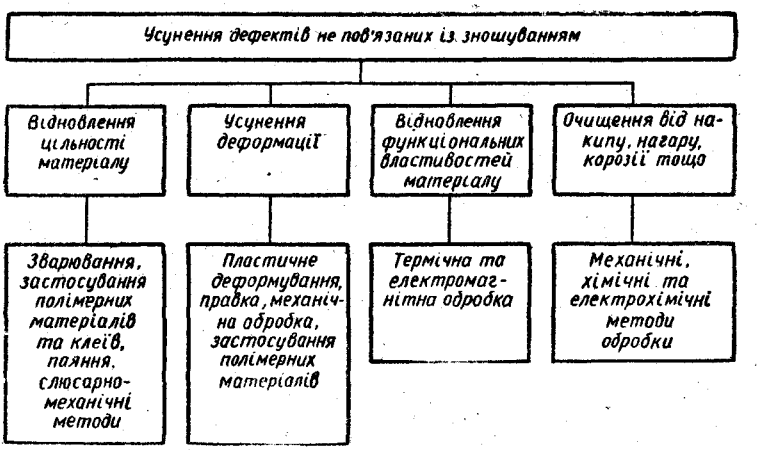
і твердо-рідкому стані. Ця зона характеризується зміною хімічного складу і будови матеріалу деталі за рахунок дифузійних процесів з металом присадного матеріалу, взаємодії з навколишнім середовищем, флюсом і особливостями кристалізації.

II зона — термічного впливу, включає зони перегрівання, перекристалізації і відпускання. В ній температура нагрівання достатня для протікання фазових перетворень і рекристалізації основного металу. Характерним є утворення гартівних структур і відповідно схильність до утворення тріщин, особливо при значному вмісті у металі вуглецю і легуючих елементів.

На периферії цієї зони діє міжкристалічна корозія, яка протікає при утворенні карбідів хрому на межах зерен. Схильність до виділення хрому знижується при додаванні в присадний дріт титану, ніобію і цирконію.

III зона — механічного або термомеханічого впливу. Температура металу недостатня для протікання процесів фазових перетворень і рекристалізації. Відбуваються зміни, викликані пластичною і пружною деформаціями металу під дією внутрішніх сил.

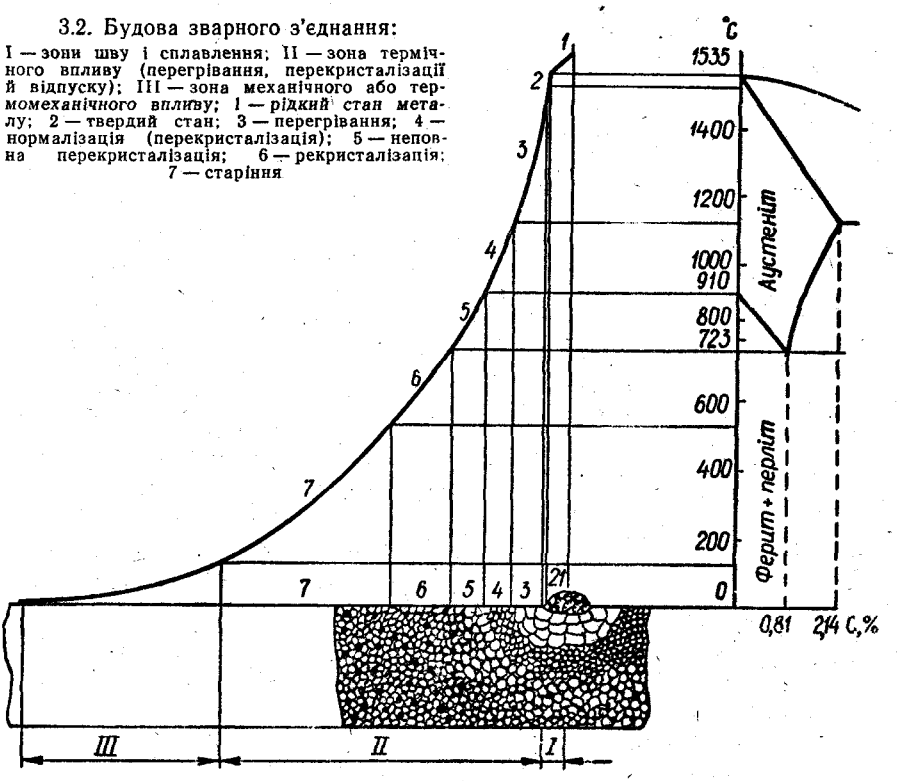
Газове зварювання і наплавлення — це один із універсальних способів ремонту деталей, бо дозволяє обробляти метали товщиною від десятих часток міліметра до десятків міліметрів. Газозварювальні процеси, розтягнуті у часі, легко контролюються зварю-



3.1. Класифікація складових частин технологічного процесу відновлення (ремонту) деталей

3.2. Будова зварного з'єднання:

I — зони шву і сплавлення; II — зона термічного впливу (перегрівання, перекристалізації й відпуску); III — зона механічного або термомеханічного впливу; 1 — рідкий стан металу; 2 — твердий стан; 3 — перегрівання; 4 — нормалізація (перекристалізація); 5 — неповна перекристалізація; 6 — рекристалізація; 7 — старіння

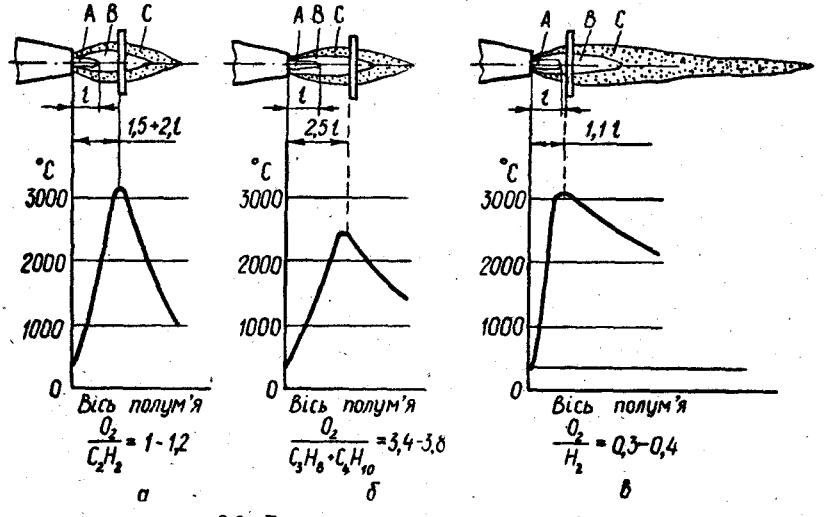


ником, що дозволяє навіть при відносно низькій його кваліфікації одержувати достатньо високу якість шва. Крім того, відносно низькі швидкості нагрівання і охолодження металу під час зварювання дозволяють зменшити зварювальні напруги і уникнути утворення тріщин.

Газове зварювання найчастіше застосовують для зварювання низько- і середньовуглецевих сталей товщиною до 3 мм (кабіни, облицювання, кожухи тощо) і при ремонті деталей з чавуну і кольорових металів.

Зварювальне полум'я. Джерелом тепла для нагрівання деталей при газовому зварюванні є полум'я, утворене від згорання суміші газу з киснем. Для зварювання найчастіше використовують ацетилен (C_2H_2), значно рідше пропан-бутан ($C_3H_8+C_4H_{10}$). В останні роки великі успіхи досягнуті у використанні воднево-кисневих сумішей.

Зварювальне полум'я складається з трьох зон (рис. 3.3). Зона «А» (ядро полум'я) обмежена світлою оболонкою, у зовнішньому



3.3. Будова зварювального полум'я:

а — ацетилено-кисневого; б — пропано-кисневого в — воднево-кисневого; *А* — ядро; *В* — зона неповного згорання; *С* — зона повного згорання; *l* — довжина ядра

шарі якої згорає вуглець, утворений під час розпаду молекул палива. Зона «В» — відновлювана, або зона неповного згоряння. Вона складається з окису вуглецю і водню, утворених на першій стадії горіння газу. Ці продукти згоряння розкислюють розплавлений метал, віднімаючи кисень від його окислів. Зона «С» — повного згоряння (або факел). Являє собою видимий об'єм газів. У цій

зоні відбувається догорання продуктів горіння за рахунок кисню, ежектованого з повітря.

Трохи інша будова воднево-кисневого полум'я, тому для коректування складу полум'я до воднево-кисневої суміші додають пари бензину у незначних кількостях (5—10 %). Такий склад газової суміші призводить до того, що в полум'ї зони «В» практично повністю відсутня і відповідно не відбувається розкислення розплавленого металу.

Максимальна температура ацетилено-кисневого полум'я (3150 °С) значно вища максимальної температури пропан-бутан-кисневого полум'я (2400 °С). Як показують дослідження, проведені в ХІМЕСГ, максимальна температура воднево-кисневого полум'я (3000 °С) близька до температури ацетилено-кисневого.

Від співвідношення газу і кисню у горючій суміші залежить характер полум'я. Нейтральне полум'я характеризується відсутністю вільного кисню і вуглецю у відновлюваній зоні «В». Для різних горючих сумішей нейтральне полум'я досягається таким співвідношенням об'ємів кисню і газу:

$$\text{ацетилено-кисневе полум'я} — \frac{O_2}{C_2H_2} = 1 — 1{,}2;$$

$$\text{пропан-бутан-кисневе полум'я} — \frac{O_2}{C_3H_8 + C_4H_{10}} = 3{,}4 — 3{,}8;$$

$$\text{воднево-кисневе полум'я} — \frac{O_2}{H_2} = 0{,}4 — 0{,}45.$$

Окисне полум'я отримується при більших значеннях наведених вище співвідношень. Таке полум'я має вищу температуру, однак надлишок кисню сприяє окисленню заліза. Метал шва отримується пористий і крихкий. Тому в даному випадку потрібно застосовувати дріт марок СВ-08ГС і СВ-12ГС, які містять розкислювачі — марганець і кремній.

Навуглецьовувальне полум'я характеризується надлишком горючого газу, зниженою температурою і сприяє насиченню металу шва вуглецем.

Для зварювання і наплавлення деталей із сталі, яка має менше 0,5 % вуглецю і кольорових металів, використовують нейтральне полум'я; для деталей з високовуглецевих і легованих сталей, чавуну, наплавлення твердих сплавів — навуглецьовувальне полум'я; для різання металу — окислювальне.

Потрібно враховувати, що при взаємодії розплавленого металу із зварювальним полум'ям змінюється його склад. Кисень, який потрапив у шов, знижує його міцність, ударну в'язкість, стійкість проти корозії. Водень сприяє утворенню тріщин. Азот, взаємодіючи при високій температурі з залізом, утворює нітриди, які надають наплавленому металу підвищеної твердості і крихкості. У процесі зварювання вигорає кремній, марганець, інші легуючі добавки матеріалу зварюваних деталей.

Щоб не змінювався склад наплавленого шару, матеріал присадного дроту за своїми фізико-механічними властивостями і хімічним складом повинен бути таким, як і матеріал деталі, але із збільшеною кількістю легкоокислювальних компонентів.

Присадним матеріалом для зварювання невідповідальних стальних деталей є маловуглецевий дріт типу Св-08. Для підвищення механічних властивостей і розкислення металу шва використовують низьколегований кремній-марганцевистий присадний дріт Св-08ГС, Св-10ГС тощо. Позитивно впливає на якість шва наявність у присадному матеріалі нікелю, хрому тощо.

При наплавленні зношених поверхонь деталей використовують електроди Нп-40, Нп-50, Нп-30ХГСА, Нп-50Г, Нп-65Г та інші, які дозволяють одержати наплавлений шар з високою стійкістю проти зношування.

Для захисту розплавленого металу від шкідливого впливу кисню, азоту, водню та інших елементів застосовують флюси. Вони утворюють з окислами металів хімічні з'єднання, які спливають у вигляді шлаку на поверхню і захищають рідкий метал від насичення газами. Основними компонентами флюсів для чорних металів є бура $Na_2B_4O_7$, двовуглецева сода $NaHCO_3$ і борна кислота H_3BO_3.

Для газового зварювання і наплавлення застосовується відносно просте і недороге обладнання.

Ацетилен одержують безпосередньо на робочому місці зварювальника в ацетиленовому генераторі шляхом взаємодії карбіду кальцію з водою або зберігають у спеціальних ацетиленових балонах. У сільськогосподарському виробництві найпоширеніші пересувні ацетиленові генератори продуктивністю 0,8—3,2 м³/год, тиском 0,1—0,15 МПа, наприклад АСП-1,25, ГВР-1,25М4, ГНВ-1,25 тощо.

Кисень зберігається в балонах високого тиску (15—20 МПа) об'ємом 10—60 л., Пропан-бутан зберігається у балонах середнього тиску (1,6 МПа) об'ємом 5—50 л.

Зниження і підтримання в необхідних межах робочого тиску газів здійснюється за допомогою газових редукторів (наприклад, КРР-61 тощо).

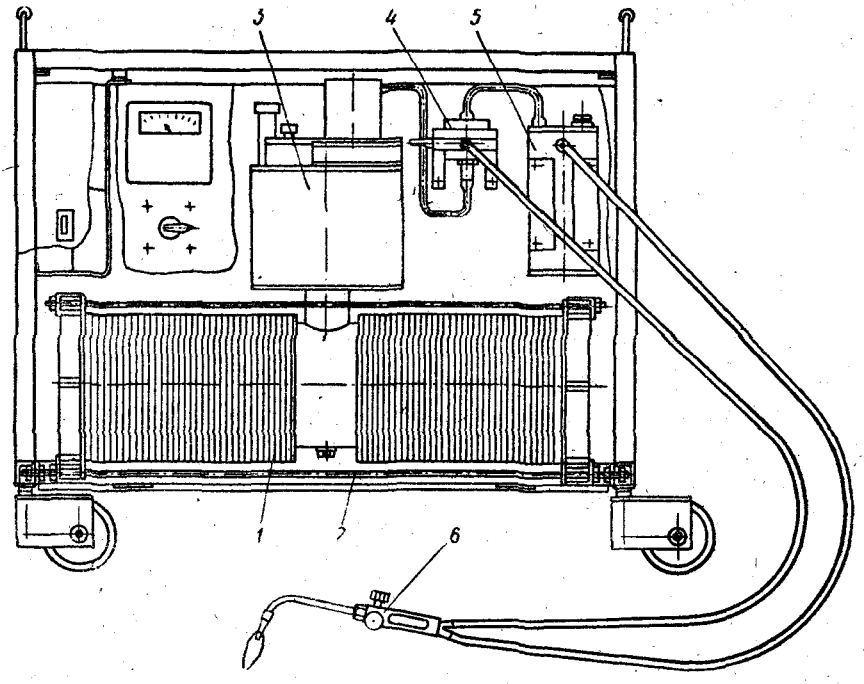
Газ і кисень подаються по шлангах до газового пальника, в якому відбувається їх змішування і дозування. Найпоширеніші пальники малої Г2-04 і середньої Г3-04 і великої Г3-05 потужності, а також наплавлювальні пальники, які дозволяють подавати в зону наплавлення гранульовані самофлюсуючі порошки ГН-2, ГН-3 тощо.

Для воднево-кисневого газового зварювання обладнання складніше, однак це компенсується суттєвим зниженням витрат на матеріали і транспортування балонів.

Воднево-кисневе зварювальне полум'я отримують при спалю-

ванні газу, який генерують в електролізері безпосередньо на робочому місці зварювальника шляхом розкладання води електричним струмом на кисень і водень.

Найповніше задовольняють потребам сільського господарства портативні воднево-кисневі зварювальні установки, розроблені у ХІМЕСГ (рис. 3.4).



3.4. Воднево-кисневa зварювальна установка, розроблена у ХІМЕСГ:
1 — джерело струму; 2 — стягувальний болт; 3 — газовідокремлювач; 4 — затвор; 5 — збагачувач; 6 — пальник

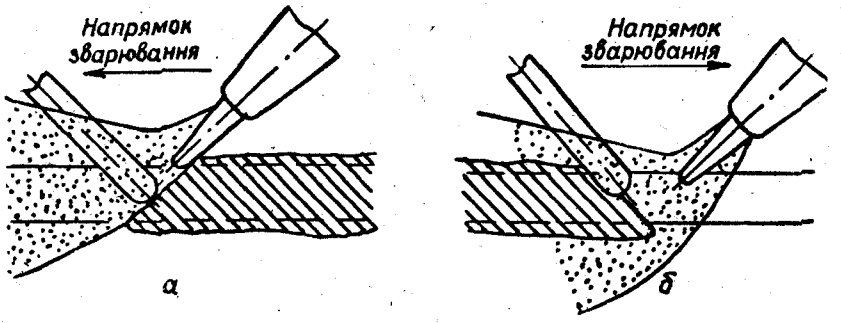
Принцип дії електролізера грунтується на реакції розкладання води під дією постійного електричного струму, який проходить через лужний електроліт. Електролізер складається з ряду послідовно включених герметичних порожнин, утворених електродами та ущільнювальними кільцями. Герметизація набраного таким чином пакету здійснюється стягуванням шпильками. Внутрішня порожнина газовідокремлювача і міжелектродні порожнини заповнюються електролітом. До крайніх електродів електролізера підводиться постійний електричний струм від блока живлення. Водневокисневa суміш, яка утворюється при проходженні струму, через отвори у верхній частині електродів потрапляє у газовідокремлювач, потім осушується і через затвор і збагачувач подається до зва-

рювального пальника. Затвор необхідний для запобігання вибуху газу всередині генератора у випадку займання газу у шлангах. Збагачувач дозволяє коректувати характер зварювального полум'я шляхом незначних добавок до воднево-кисневої суміші парів бензину.

Низька вартість необхідних матеріалів і споживання електричної енергії (2—5 кВт·год) дозволяють очікувати поширення цього виду зварювання у виробництві і особливо на сільськогосподарських ремонтних підприємствах.

Режим газового зварювання (наплавлення) визначається напрямком переміщення і кутом нахилу пальника, потужністю і характером полум'я, діаметром присадного дроту.

При лівому способі зварювання пальник переміщують справа наліво, а присадний дріт — попереду полум'я. Цей спосіб найпоширеніший і застосовується для наплавлення і зварювання матеріалів малих товщин (рис. 3.5).



3.5. Газове зварювання:
а — ліве; б — праве

При правому способі пальник переміщують зліва направо, а присадний дріт слідом за пальником. Це дозволяє найповніше використовувати тепло полум'я і зварювати деталі товщиною більше 5—6 мм. Кут нахилу пальника (між площиною зварюваного металу і віссю нахилу пальника) вибирають залежно від товщини зварюваних деталей (рис. 3.6). Чим він більший, тим більший тепловий вплив полум'я на деталь.

Потужність полум'я характеризується годинною витратою ацетилену:

$$A = kt \text{ дм}^3/\text{год}, \qquad (3.1)$$

де k — коефіцієнт, який враховує матеріал і спосіб зварювання, дм³/год·мм; t — товщина зварюваної деталі, мм.

Для сталі k=100—120, алюмінію — 60—100, чавуну — 110—140.

За витратою ацетилену вибирають номер наконечника пальника. Потужність полум'я інших газів визначають аналогічно. Ха-

рактер полум'я (нейтральне, окисне, відновлювальне) приймають залежно від матеріалу зварюваних деталей.

Діаметр присадного дроту визначають залежно від способу зварювання за формулами:

$d=0{,}5t+1$ — для лівого способу зварювання;

$d=0{,}5t+2$ — для правого способу зварювання.

Газове зварювання доцільно використовувати для зварювання деталей малих товщин. При збільшенні товщини деталей спостерігається різке падіння продуктивності процесу.

Електродугове зварювання і наплавлення. Під час електродугового зварювання метал деталей і присадного дроту плавиться за рахунок тепла електричної дуги. Горіння зварювальної дуги супроводжується виділенням великої кількості тепла. Температура дуги на осі її стовпа досягає 6000—7500 °С. Вона залежить від сили струму, що припадає на одиницю поперечного перерізу електроду — щільності струму.

Для електродугового зварювання можна використовувати змінний та постійний струми. Зварювальна дуга на змінному струмі горить нестійко. Для підвищення стабільності горіння дуги збільшують щільність струму. При зварюванні на постійному струмі дуга горить стабільно. На позитивному полюсі виділяється близько 43 % тепла і температура дуги досягає 4200 °С, на негативному полюсі виділяється 36 % тепла і температура значно нижча (3500 °С).

Тому, якщо необхідно збільшити глибину проплавлення деталі, то зварювання ведуть на *прямій полярності* (деталь підключають до позитивного полюса). Для зварювання деталей, які мають малу товщину або виготовлені із вуглецевих і легованих сталей, позитивний полюс з'єднують з електродом (зворотна полярність). Під час зварювання на змінному струмі на електроді і деталі виділяється приблизно однакова кількість тепла.

Спад напруги в дузі $U_д$ складається із спаду напруги в зоні катоду $U_к$, стовба дуги $U_{ст}$ і анодної області $U_а$:

$$U_д = U_к + U_{ст} + U_а. \qquad (3.2)$$

Спад напруги в анодній і катодній областях практично постійний.

Спад напруги у стовбі дуги пропорційний її довжині:

$$U_{ст} = kL, \qquad (3.3)$$

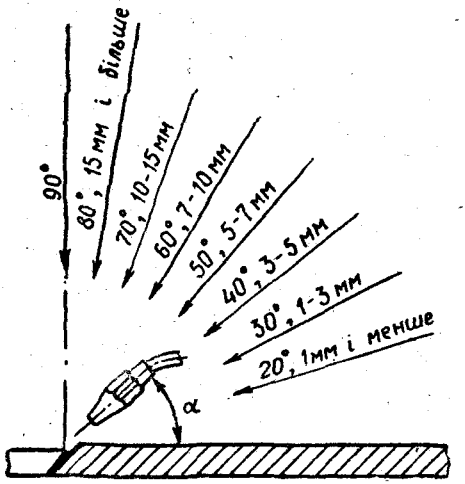
де k — середній спад напруги на одиницю довжини дуги, В/мм; L — довжина дуги, мм.

Для стальних електродів може бути прийнято:

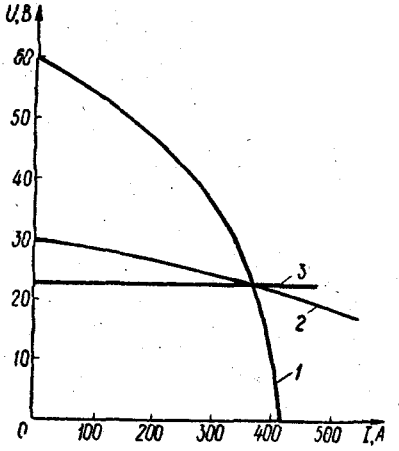
$$U_к + U_а \approx 12,$$

$k = 2$, $L = 4$, тоді:

$$U_д = 12 + 2 + 4 = 18 \text{ В}.$$



3.6. Залежність кута нахилу мундштука зварювального пальника від товщини зварюваного металу



3.7. Зовнішні (вольт-амперні) характеристики джерел живлення зварювальної дуги:
1 — крутопадаюча; 2 — пологопадаюча; 3 — жорстка

При зварюванні стальним електродом дуга стійко горить при напрузі 18—28 В, але для збудження дуги потрібна більш висока напруга. Це пояснюється тим, що в початковий момент повітряний проміжок ще недостатньо нагрітий і необхідно надати електронам великої швидкості для іонізації атомів газового проміжку. Для надійного запалювання дуги потрібна напруга 30—40 В. Крім того, у процесі зварювання необхідно забезпечити сталість зварювального струму при коливаннях довжини дуги, а при короткому замиканні струм не повинен перевищувати робочий більш як у 1,5 раза.

Таким чином, для живлення зварювальної дуги найбільш підходить джерело струму з крутопадаючою зовнішньою (вольт-амперною) характеристикою (рис. 3.7). Зовнішня характеристика — це залежність між напругою на затискачах джерела живлення і струмом.

Розрізнюють крутопадаючу, пологопадаючу, жорстку і зростаючу характеристики.

Живлення дуги змінним струмом здійснюється від зварювальних трансформаторів із підвищеним магнітним розсіюванням.

Регулюють струм магнітним шунтом типу СТШ-250 і СТШ-300 або переміщенням обмоток типу ТД-306У2 і ТДМ-317У2. Поширенню зварювальних трансформаторів сприяють простота конструкції, надійність, низька вартість, невеликі габарити і маса.

Джерела живлення постійного струму дозволяють отримати шов більш високої якості, але вони складніші, дорогі і менш надійні. Зварювальні перетворювачі (ПД-305У2, ПД-502У2, ПСО-300-2У2, ПСГ-500-1У3 тощо) являють собою електричну машину, яка об'єднує в одне ціле трифазний асинхронний електродвигун і генератор постійного струму.

Для зварювання в польових умовах застосовують зварювальні агрегати (АДД-303У1, АДД-304У1, АДД-3112УД тощо), змонтовані на причепі. Генератор постійного струму такого зварювального агрегату приводиться в обертання двигуном внутрішнього згорання.

Останнім часом все більше використовують зварювальні випрямлячі (ВД-201У3, ВД-306У3, ВС-300 тощо).

Спеціалізовані джерела живлення (УДГ-301, УДГ-501, ВДУ-305, ВДУ-505, УПС-301, ТРИ-300Д тощо) додатково укомплектовані електронним обладнанням, яке розширює технологічні можливості і сприяє підвищенню якості зварювання. Широко використовують осцилятори, імпульсні стабілізатори горіння дуги, пристрої для плавного зниження зварювального струму в кінці зварювання, регулятори струму і напруги тощо.

Якість наплавленого металу та продуктивність процесу зварювання і наплавлення у більшості випадків визначаються матеріалом електродів та їх покриття. Для ручного дугового зварювання найчастіше використовують плавкі електроди, виготовлені із сталевого дроту довжиною 350—400 мм, на поверхню якого нанесено покриття (обмазка). За призначенням покриття електродів ділять на стабілізуючі (тонкі) та якісні (товсті).

Стабілізуючі покриття містять речовини, атоми яких легко іонізуються, чим полегшують збудження і підтримують стійке горіння дуги. Найпоширеніше стабілізуюче покриття, яке містить 80 % крейди і 20 % рідкого скла. Покриття наноситься на дріт товщиною 0,1—0,3 мм.

Якісні покриття містять:

газоутворювальні добавки (крохмаль, харчове і деревне борошно, декстрин тощо), які запобігають взаємодії розплавленого металу із повітрям. При горінні дуги ці речовини згорають, утворюючи вуглекислий газ та окис вуглецю, які витискають повітря із зони горіння дуги;

шлакоутворювальні добавки (титановий концентрат, марганцева руда, польовий шпат, кварц, мрамор тощо) у процесі зварювання утворюють шлак, який ізолює поверхню розплавленого металу від повітря і сприяє повільнішому охолодженню і виходу розчинених у розплаві металу газів;

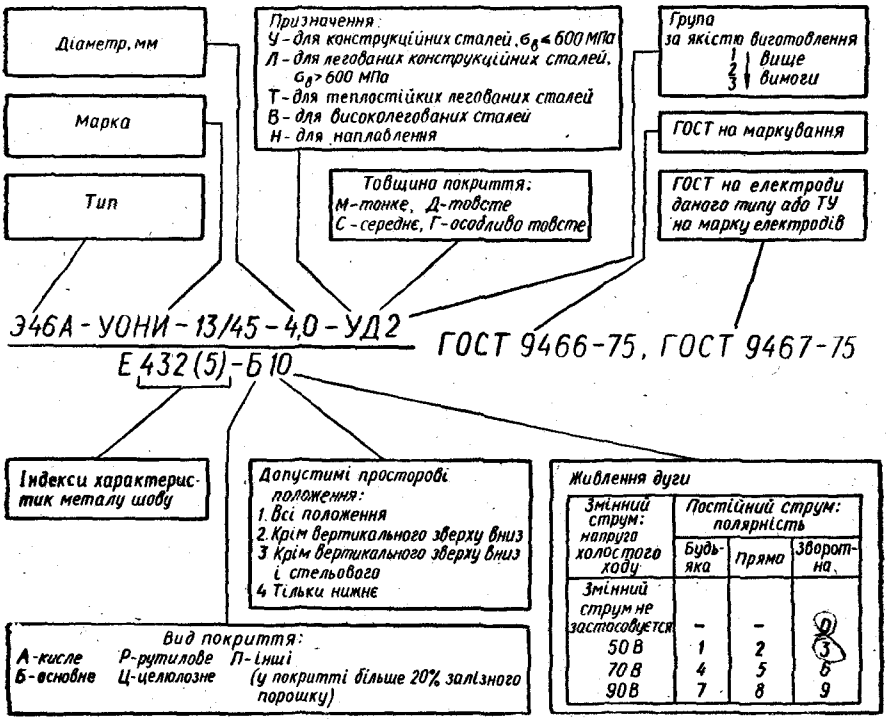
розкислювальні і легуючі добавки (феромарганець, феросиліцій, феротитан тощо), які, з'єднуючись з окислами, що потрапили у розплавлений метал, утворюють легкоплавкі шлаки, які сплива-

ють на поверхню шва. За рахунок легуючих добавок шву надаються певні властивості;

стабілізуючі речовини (сода, поташ, двоокис титану тощо) підвищують стійкість горіння дуги.

Добавки, які входять до складу якісного покриття, змішують із рідким склом і наносять на електродний дріт шаром товщиною 1—3 мм.

Електроди для зварювання і наплавлення сталі мають умовні позначення, які дозволяють отримати інформацію про їх призначення, режим зварювання і характеристики металу шва (рис. 3.8).



3.8. Умовні позначення покритих електродів для зварювання і наплавлення сталі

Тип електроду для зварювання включає літеру Э з двозначною цифрою через дефіс (цифра вказує на міцність зварювального шва на розтяг у кг/мм^2, буква А в кінці — на підвищену пластичність наплавленого металу).

Тип електроду для наплавлення включає літери ЭН — електрод наплавлювальний. Наступні літери і цифри характеризують хімічн-

ний склад наплавленого металу, %, остання цифра — міцність наплавленого шару за Роквелом (наприклад ЭН-18Г4-35, ЭН-У30Х25РС21-60 тощо).

Кожному типу електроду відповідає кілька марок. Марка електроду характеризується складом покриття, маркою електродного стержня, технологічними властивостями і властивостями металу шва.

За товщиною покриття електроди розподіляються на 4 групи залежно від відношення діаметра електроду D до діаметра електродного дроту d. Тонкі — $D/d \leqslant 1{,}2$, середні — $D/d = 1{,}2—1{,}4$, товсті — $D/d = 1{,}45—1{,}8$ і особливо товсті $D/d > 1{,}8$.

Випускають покриття шести видів:

кислі — вміщують оксид заліза, марганцю, кремнію, титану. Зварювання такими електродами ведуть на постійному і змінному струмі;

основні — містять фтористий кальцій і карбонат кальцію. Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності. Метал шва має малу схильність до утворення тріщин, тому такі покриття часто використовують для зварювання деталей великих товщин;

целюлозні — застосовуються для зварювання деталей малих товщин на змінному струмі;

рутилові — крім інших, вміщують окис титану. Електроди з таким покриттям відрізняються високою стійкістю горіння дуги як на постійному, так і на змінному струмі.

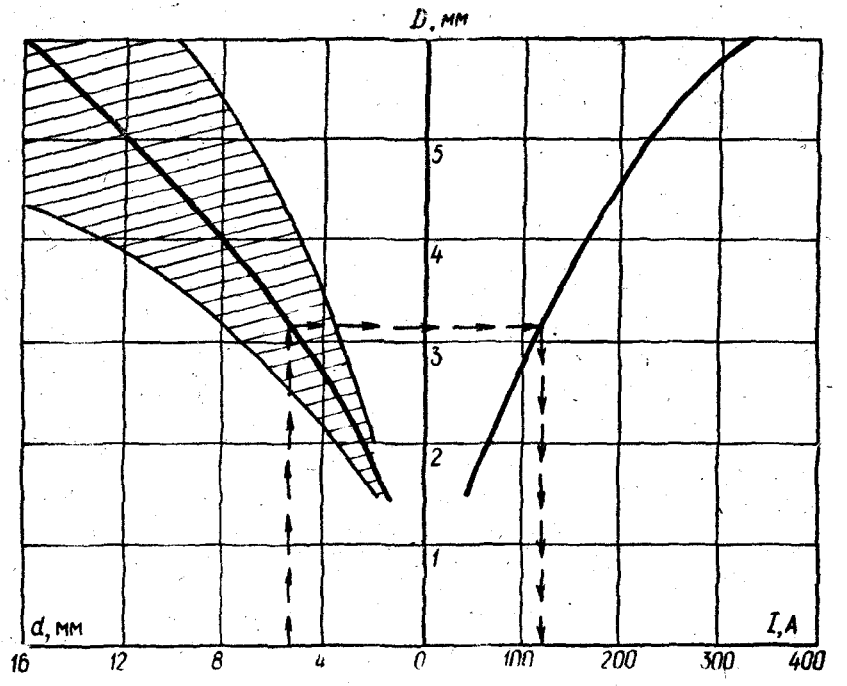
Під час вибору типу електроду необхідно враховувати властивості металу шва, глибину проплавлення металу, просторове положення шва, гігієнічні характеристики електродів тощо (див. рис. 3.8).

Діаметр електроду залежить від товщини і просторового положення зварюваної поверхні.

Кожному діаметру електроду d відповідає певний діапазон зварювального струму I. Користуючись залежністю $I = (20 + 6d)d$, можна визначити середнє значення струму. Зниження зварювального струму призводить до порушення стабільності горіння дуги, а збільшення — до перегрівання електроду, поганого формування шва, розбризкування і угару наплавлюваного металу.

Для зварювання необхідно використовувати електроди можливо більшої товщини, оскільки при цьому збільшується продуктивність праці і глибина проплавлення деталі. Наплавляти ж, навпаки, доцільно електродами малого діаметра, щоб зменшити нагрівання наплавлюваної деталі.

Наприклад, при виконанні стикових швів у нижньому просторовому положенні для вибору діаметра електроду d і зварювального струму I залежно від товщини зварюваного металу S можна скористатися номограмою (рис. 3.9).



3.9. Номограма для визначення діаметра електроду Д, і величини зварювального струму І, під час зварювання сталей у нижньому просторовому положенні (d — товщина зварюваної сталі)

На якість шва суттєво впливає довжина дуги. Нормальною вважається дуга довжиною 0,5—1,2 діаметра електроду.

Особливості зварювання і наплавлення чавунних деталей. Зварювання чавуну має певні труднощі, пов'язані з відбілюванням металу в навколошовній зоні, різким переходом під час нагрівання з твердого стану у рідкий, можливістю утворення тріщин.

При швидкому охолодженні розплавленого або нагрітого до температури вище 750 °С сірого чавуну графіт легко переходить у цементит (Fe_3C), сірий чавун відбілюється, стає твердим, крихким, погано піддається механічній обробці.

Відсутність перехідного пластичного стану чавуну під час нагрівання до температури плавлення призводить до того, що метал із твердого стану відразу переходить у рідкий. Тому зварювальні поверхні чавунних деталей повинні розміщуватись строго горизонтально.

Відсутність площини текучості і низька межа міцності чавуну на розтяг призводять до утворення тріщин у навколошовній зоні.

Крім того, при зварюванні вигорають вуглець і кремній, тому утворюється велика кількість газів і шлакових з'єднань, які не

встигають виділитися з розплавленого металу. Шов отримують пористим і забрудненим неметалічними включеннями. При визначенні методу плавлення враховують необхідність механічної обробки шва після зварювання, вимоги до щільності шва, умови роботи деталі тощо.

Гаряче зварювання дозволяє одержати шов високої якості, який за своїми властивостями практично не поступається матеріалу деталі. Деталь перед зварюванням нагрівають до 600—650 °С зі швидкістю 1600° на годину. Після зварювання або наплавлення деталь знову кладуть у піч і охолоджують разом з нею або ж у спеціальних термосах.

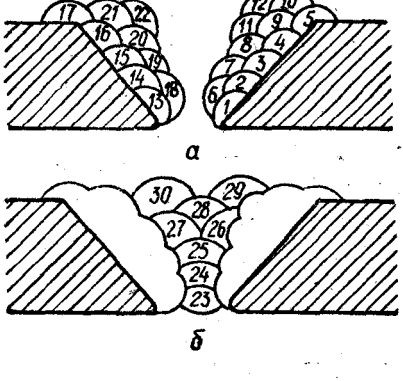
Газове зварювання чавуну ведуть чавунними дротами марки А і Б діаметром 6—8 мм. Для зменшення вигорання вуглецю зварюють нейтральним або відновлюючим полум'ям.

Для гарячого електродугового зварювання використовують електроди ОМЧ-1, які складаються із чавуну марки Б і мають спеціальну графітизовану обмазку. Зварюють на постійному струмі зворотної полярності короткими валиками (25—30 мм).

Попереднє підігрівання деталі забезпечує достатню графітизацію чавуну у зоні зварювання і запобігає з'явленню тріщин. Але для великогабаритних деталей воно потребує спеціального обладнання, великих затрат енергії. Під час нагрівання можливе жолоблення деталей, тому інколи застосовують місцеве попереднє підігрівання деталей до 300—400 °С.

Найпоширеніше **холодне зварювання** чавуну, під час якого застосовують спеціальні технологічні прийоми і електроди, які запобігають відбілюванню чавуну. З метою зменшення нагрівання деталі і вигорання вуглецю та кремнію зварювання ведуть на постійному струмі оберненої полярності електродами діаметром 2—4 мм. У цьому випадку встановлюють понижену величину струму (I=25—30d).

Заварювання тріщин виконують методом «відпалюваних» валиків (рис. 3.10) за допомогою стальних маловуглецевих електродів (наприклад Е-34 з крейдовою обмазкою або електродами УОНИ 13/55). Краї тріщини обробляють під кутом 90°. Після накладання короткого валика відразу ж на нього накладають другий валик, який відпалює перший, і так до повного заповнення обробленої ділянки. Під час «відпалю-



3.10. Зварювання чавунних деталей методом відпалювальних валиків:
а, б — послідовність накладання відповідно відпалювальних і з'єднувальних валиків

вання» цементит розпадається, а загартована частина шва відпускається і нормалізується. Метал шва стає ненапруженим і пластичним.

Для чавунних деталей із товстими стінками з метою збільшення міцності зварювального з'єднання застосовують різні підсилювальні елементи — шпильки, болти або скоби, виготовлені з маловуглецевої сталі. Зварювання починають навколо підсилювального елемента, а потім накладають «відпалювальні» валики по всій довжині тріщини.

Добрі результати дає зварювання високоміцного чавуну електродами на основі нікелю ПАНЧ-11, ПАНЧ-12, ЦЧ-3А. Шов одержують пластичний, достатньо міцний, без тріщин, пор. Він добре обробляється.

Коли не потрібна висока міцність шва, зварюють мідно-залізними (ОЗЧ-2) або мідно-нікелевими електродами (МНЧ-2, стержні яких виготовлені з монель-металу — 28 % міді і 65 % нікелю та ін.).

В окремих випадках використовуються й інші способи зварювання чавунних деталей.

Зварювання алюмінію і його сплавів. Алюміній і його сплави легко окислюються на повітрі, тому поверхні деталей завжди покриті щільною і міцною плівкою оксиду алюмінію, температура плавлення якого (2050 °С) набагато перевищує температуру плавлення алюмінію (650 °С). Під час нагрівання деталі метал розплавляється під окисною плівкою. Крім того, коефіцієнт розширення алюмінію у два рази, а теплопровідність у три рази вищі, ніж у сталі. Тому при зварюванні деталі метал прогрівається навіть на значній відстані від місця зварювання, що призводить до виникнення значних деформацій. Процес зварювання ускладнюється високою рідкотекучістю металу і тим, що перехід із твердого стану в рідкий не супроводжується зміною кольору деталі. Шлак, який утворюється при деяких видах зварювання, має щільність більшу, ніж розплавлений алюміній, тому він не спливає на поверхню і забруднює зварювальний шов.

Газове зварювання алюмінієвих деталей ведеться за допомогою алюмінієвого присадного дроту, покритого тонким шаром флюсу АФ-4А, АН-4А, АН-А201 або ж непокритим дротом, опускаючи періодично нагрітий його кінець у флюс.

Алюмінієво-кремнієві сплави (силуміни) зварюють газовим полум'ям без флюсу. Окисну плівку в цьому випадку видаляють стальними гачками. Розплавлений метал утримують від розтікання стальними або глиняними підкладками.

Електродугове зварювання чистого алюмінію і сплавів типу А6, АДО, АДІ виконується електродами ОЗА-1, АФ-1 або АФ-4, а алюмінієво-кремнієвих сплавів типу АМц, АМГ, АЛ-9 тощо — електродами ОЗА-2.

Зварюють на постійному струмі оберненої полярності короткою дугою. Силу зварювального струму I можна визначити за формулою:

$$I = 40d, \qquad (3.4)$$

де d — діаметр електроду, мм.

Для зменшення жолоблення і запобігання утворенню тріщин деталі перед зварюванням підігрівають до 200—350 °С.

Зараз поширене електродугове зварювання алюмінію неплавким електродом у середовищі інертного газу — аргону. Присадний алюмінієвий дріт вводять в дугу, яка горить між неплавким вольфрамовим електродом і деталлю. Зварювання можна вести на постійному струмі оберненої полярності або на змінному. Для аргоно-дугового зварювання випускаються установки УДАР-300-1, УДАР-500-1, УДГ-301, УДГ-501.

Особливості зварювання деталей із спеціальних сталей. Спеціальні сталі, що застосовуються у сільському господарстві, вміщують значну кількість легуючих елементів і відносяться до групи обмежено або погано зварюваних сталей. Електродуговим зварюванням нержавіючі і вогнетривкі спеціальні сталі зварюють при змінному або постійному струмі зворотної полярності. Для зварювання застосовують 27 типів електродів, у маркуванні яких вказується тип покриття і клас сталей, для яких вони призначені (А — аустенітні, Ф — феритні і АФ — аустенітоферитні). Наприклад, ЦЛ-11-ЭА-1Б-4,0 — електроди з покриттям ЦЛ-11 для аустенітних сталей діаметром 4 мм.

Найпоширеніші хромонікелеві сталі, які не містять титану або ніобію, при нагріванні до 400—800 °С втрачають свої антикорозійні властивості і стають крихкими внаслідок виділення карбідів хрому по межах зерен. Під час зварювання можуть виникати гарячі тріщини. Після зварювання для відновлення антикорозійних властивостей деталі нагрівають до 850 °С (карбіди хрому розплавляються) і швидко охолоджують у воді. Такий вид термообробки називають стабілізацією. Аустенітні сталі нагрівають до 1000—1150 °С і швидко охолоджують у воді. Така термообробка підвищує пластичність, ударну в'язкість і стійкість до корозії.

Добрі результати одержують при зварюванні спеціальних сталей у середовищі захисних газів. Невідповідальні з'єднання можна зварювати у середовищі вуглекислого газу, відповідальні — у середовищі аргону (чистого або більш дешевого технічного).

Газове зварювання спеціальних сталей проводять нормальним полум'ям. Окисне полум'я не допускається, бо викликає вигорання хрому та інших легуючих елементів. Присадний дріт повинен відповідати матеріалу зварюваної деталі, наприклад, Св-02Х19Н9 та Св-06Х19Н9Т. Зварювання ведуть лівим або правим способом. Для поліпшення якості шва використовують флюс (наприклад НЖ-8). Термообробка проводиться так, як і при електродуговому зварюванні.

8.3. МЕХАНІЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ І НАПЛАВЛЕННЯ

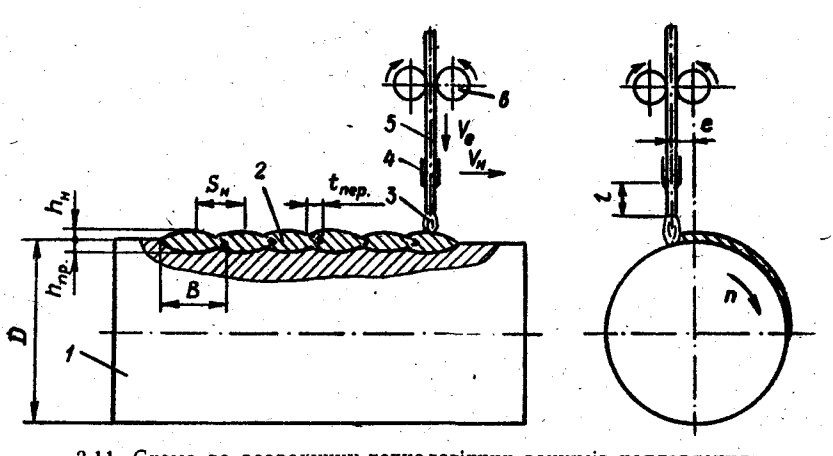
Основні параметри режимів наплавлення та їх взаємозв'язок. Механізація зварювально-наплавлювальних робіт вирішує дві головні задачі: різке підвищення продуктивності праці і поліпшення якості зварювального шва та наплавленого на деталь шару металу.

Механізація зварювально-наплавлювальних операцій передбачає поперечне і поздовжнє переміщення електроду відносно деталі, регулювання частоти обертання, що у зварювальних і наплавлювальних установках забезпечується відповідними механізмами. Ці кінематичні характеристики механізованого процесу зварювання (наплавлення) регламентуються параметрами технологічних режимів: швидкістю поперечної подачі електроду (електродного дроту), кроком наплавлення і частотою обертання деталі. Залежно від повноти сукупності цих характеристик механізованого зварювання розрізняють такі види наплавлення, напівавтоматичне зварювання — механізована тільки подача електроду, автоматичне зварювання і наплавлення — механізовані подача електроду, частота обертання деталі і її поздовжнє переміщення.

Розглянемо загальний підхід до розрахунку параметрів технологічного процесу наплавлення деталей на прикладі автоматичного наплавлення тіл обертання (вали, осі тощо).

Поверхня деталі після наплавлення характеризується певними геометричними параметрами, пов'язаними з параметрами технологічних режимів наплавлення (рис. 3.11).

Висота наплавлення ($h_н$) повинна забезпечувати повну компенсацію зношеного шару з урахуванням величини максимального



3.11. Схема до розрахунку технологічних режимів наплавлення:
1 — деталь; 2 — наплавлений шар; 3 — дуга; 4 — мундштук; 5 — електродний дріт; 6 — подавальний механізм; e — зміщення електроду із зеніту; l — виліт електроду

зносу і припуску на механічну обробку, тобто має витримуватись умова:

$$h_н = U_{max} + z, \tag{3.5}$$

де U_{max} — максимальний знос; z — припуск на обробку.

Для забезпечення щільності наплавленого шару і згладжування нерівностей, що дозволяє зменшити припуск на обробку і полегшує умови для механічної обробки, кожний наступний валик повинен перекривати попередній на 0,3—0,5 своєї ширини (B). Перекриття ($t_{пер}$) регулюється поздовжньою подачею електроду за один оберт деталі (крок наплавлення $S_н$).

Наплавлений валик повинен мати певну форму, забезпечуючи повне проварювання по всій його поверхні і неглибоке проплавлення основного металу, що залежить і від електричних параметрів електродугового процесу. У цей зв'язок повинні ввійти висота наплавленого шару і діаметр деталі.

Таким чином, формування наплавленого шару на поверхні деталі заданого діаметра із визначеними якостями і геометричними характеристиками визначається, головним чином, технологічними режимами, пов'язаними з кінематичними параметрами установки для наплавлення, діаметром деталі і електродного дроту, а також електричними параметрами дуги.

Встановимо перед усім залежність для визначення швидкості подачі електродного дроту і частоти обертання деталі.

Швидкість подачі електродного дроту можна визначити, використовуючи такий підхід.

Довжина електродного дроту, який подається за одиницю часу механізмом подачі, чисельно дорівнює швидкості подачі, а її маса визначається залежністю:

$$m_e = \frac{\pi d_e^2}{4} v_e \gamma_e, \tag{3.6}$$

де d_e, v_e, γ_e — відповідно діаметр, швидкість подачі і питома маса електродного дроту.

За ту ж одиницю часу під впливом електричного струму маса електродного дроту m_e повинна розплавитись, що виражається співвідношенням:

$$m_e^p = \alpha_p I_н. \tag{3.7}$$

де α_p — коефіцієнт розплавлення металу електронного дроту; $I_н$ — струм наплавлення.

Виходячи із фізичної рівності $m_e = m_e^p$, одержимо залежність для визначення швидкості подачі електродного дроту:

$$v_e = \frac{4\alpha_p I_н}{\pi d_e^2 \gamma_e}. \tag{3.8}$$

Розмірності у залежності (3.8): α_p — г/А · год, d_e — мм, γ_e — г/см^3, v_e — м/год.

Швидкість подачі електродного дроту може змінюватись внаслідок коливань електричних і кінематичних параметрів механізму привода подачі, що призводить до зміни довжини дуги. Але при цьому змінюється й сила струму. Із зменшенням довжини дуги опір падає і струм наплавлення зростає, а разом з тим збільшується швидкість плавлення електродного дроту, в результаті чого збільшується довжина дуги; із збільшенням довжини дуги йде зворотний процес. Таким чином, під час механізованого наплавлення має місце саморегулювання дуги, що забезпечує автоматизацію процесу наплавлення.

Стійкість саморегулювання дуги пов'язана з характеристикою джерела живлення, вибір якого залежить від конкретного виду механізованого наплавлення.

Для проведення автоматичного наплавлення тіл обертання необхідно знайти частоту обертання деталі. Цей параметр легко визначити, якщо знати швидкість наплавлення.

Для вирішення поставленої задачі розглянемо об'ємний елемент наплавленого шару з прямокутним (при деяких допущеннях) перерізом $S_н \times h_н$ і довжиною, рівною швидкості наплавлення. Маса такого елемента визначається співвідношенням:

$$m_н = S_н h_н v_н \gamma_{нм}, \tag{3.9}$$

де $\gamma_{нм}$ — питома маса наплавленого металу; $v_н$ — швидкість наплавлення (колова швидкість деталі).

З другого боку маса елемента наплавленого шару дорівнює масі розплавленого за одиницю часу електроду без врат на угар і розбризкування, які враховуються коефіцієнтом втрат η. Тому, використовуючи залежність для $m_е$, можна записати:

$$m_н = \frac{\pi d_е^2}{4} v_е \gamma_е \eta. \tag{3.10}$$

Із формул залежностей (3.9) і (3.10) одержимо:

$$v_н = \frac{\pi d_е^2 v_е \gamma_е}{4 S_н h_н \gamma_{нм}} \eta. \tag{3.11}$$

Для суцільного дроту можна прийняти, що $\gamma_е = \gamma_{нм}$ (для порошкового дроту $\gamma_е = 6{,}5$ г/см^3, а $\gamma_{нм} = 7{,}8$ г/см^3), тоді для суцільного дроту:

$$v_н = \frac{\pi d_е^2 v_е}{4 S_н h_н} \eta. \tag{3.12}$$

Розмірність у залежності (3.12): $d_е$, $h_н$, $S_н$ — мм, $v_н$ і $v_е$ — у м^3/год.

Враховуючи, що швидкість наплавлення чисельно дорівнює коловій швидкості деталі, можна записати:

$$v_н = \frac{\pi D_д n 60}{1000}, \tag{3.13}$$

де v — швидкість наплавлення, м/год; $D_д$ — діаметр деталі, мм (для розрахунку приймається номінальний); n — частота обертання деталі, хв$^{-1}$.

З формули (3.13) одержимо:

$$n = 5{,}31 \frac{v_д}{D_д}. \qquad (3.14)$$

Слід мати на увазі, що розглянуті розрахункові технологічні залежності мають наближений характер, оскільки на формування наплавленого валика впливають й інші фактори складного дугового процесу наплавлення. Разом з тим при налагодженні технологічного процесу наплавлення розрахункові залежності дозволяють регулювати процес у потрібному напрямку, оскільки в них відображений взаємозв'язок основних параметрів.

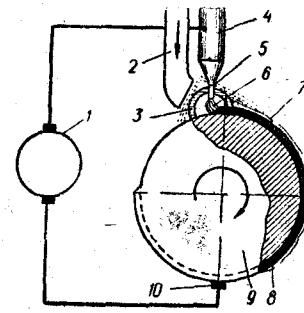
При наплавленні тіл обертання необхідно також враховувати можливість стікання наплавленого металу у напрямку обертання деталі. У зв'язку з цим дугу (електрод) зміщують із зеніту деталі у бік, протилежний її обертанню.

На формування валика впливає також виліт електроду, тобто довжина вільного кінця від мундштука. Із його збільшенням збільшується опір, а сила струму і глибина проплавлення зменшуються і за певних умов може бути непроварювання основного металу.

Отже, до основних технологічних параметрів режимів механізованого наплавлення деталей відносяться: напруга електричної дуги, сила струму наплавлення, швидкість подачі електродного дроту і наплавлення (частота обертання деталі), крок наплавлення (поздовжня подача електроду), зміщення електроду із зеніту, виліт електроду. Вихідними параметрами є діаметри деталі електроду.

Для окремих видів механізованого наплавлення до режиму можуть відноситись й інші параметри, наприклад амплітуда і частота коливань електроду при вібродуговому наплавленні. Вибір параметрів режимів механізованого наплавлення залежить від його виду, величини зношеного шару, матеріалу і діаметра деталі, вимог до фізико-механічних властивостей наплавленого металу.

Наплавлення під шаром флюсу полягає у тому, що між електродним дротом і деталлю, з'єднаними із полюсами джерела живлення, виникає електрична дуга. У зону її горіння (рис. 3.12) безперервно надходить гранульований флюс. Під дією високої температури дуги



3.12. Схема наплавлення під шаром флюсу:
1 — джерело живлення електричної дуги; 2 — пристрій для подачі флюсу; 3 — захисна оболонка; 4 — мундштук; 5 — електродний дріт; 6 — електрична дуга; 7 — шлакова кірка; 8 — наплавлений шар; 9 — деталь; 10 — підведення струму до деталі

(6000—7500 °С) флюс частково розплавляється і утворює на поверхні розплавленого металу оболонку, яка захищає зону наплавлення від зовнішнього середовища, запобігає розбризкуванню металу, утворенню порів, вигоранню вуглецю і легуючих елементів. Після охолодження металу розплавлений флюс твердіє, утворюючи на поверхні наплавленого валика шлакову кірку, яку видаляють.

Обладнання для наплавлення під шаром флюсу має зварювальну головку, джерело живлення і токарний або спеціальний верстат. Для механізованого наплавлення застосовують автомати (головки) А-580М, А-874Н, ОКС-1252М тощо, для напівавтоматичного зварювання — шлангові напівавтомати ПШ-54, ПДШМ-500.

На спеціалізованих ремонтних підприємствах використовують спеціальні установки, наприклад для наплавлення бігових доріжок ланок гусениць, опорних котків і натяжних коліс (ОКС-11200, ОКС-11235), валів та інших деталей, які мають форму тіл обертання (СН-2, УД-209) тощо.

Джерелом живлення є зварювальні агрегати типу ПС-300 і ПСГ-500 та випрямлячі типу ВС-300 і ВДУ-504 з падаючою характеристикою.

Наплавлення переважно ведуть на постійному струмі зворотної полярності, що дозволяє підтримувати високу стабільність процесу і раціонально використовувати температуру електричної дуги, тобто більше тепла підводити до електричного дроту і менше до деталі.

Фізико-механічні властивості наплавленого поверхневого шару деталі можуть змінюватися у достатньо широких межах, залежно від марки електродного дроту, флюсу і режимів наплавлення.

Для наплавлення під шаром флюсу застосовують стальний зварювальний дріт діаметром 1—3 мм типу Св і Нп без захисного покриття. Марку дроту вибирають залежно від хімічного складу матеріалу наплавлюваної деталі. Наприклад, для наплавлення деталей з маловуглецевих сталей рекомендується застосовувати низьковуглецеві дроти Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08ГС тощо. Для одержання стійких покриттів використовують дроти з вуглецевих і легованих сталей: Нп-40, Нп-65Г, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 та ін.

Флюси, які застосовуються під час наплавлення, за способом виготовлення поділяються на два основних види: плавлені і керамічні.

Плавлені флюси виготовляють сплавленням компонентів, після чого одержану масу подрібнюють і розмелюють (гранулюють). Залежно від розміру гранул розрізняють дрібнозернисті (0,4—2,5 мм) і крупнозернисті (1,6—4,0 мм) флюси. До складу плавлених флюсів входять шлакоутворювальні, газоутворювальні та іонізуючі речовини, а також розкислювачі, які захищають метал від окислення і сприяють формуванню наплавленого валика, розкислюють розплавлений метал, стабілізують горіння дуги. Але такі флюси не

надають високої твердості наплавленому шару, оскільки не містять легуючих елементів. Для відновлення деталей сільськогосподарської техніки найчастіше застосовують плавлені флюси АН-348А, АН-60 і ОСЦ-45, які у поєднанні з електродним дротом, що має легуючі добавки, дозволяють одержати наплавлений шар без пор і тріщин твердістю до HRC 45.

Керамічні флюси, крім стабілізуючих і шлакоутворюючих компонентів, містять ще й легуючі елементи (феротитан, ферохром тощо), які при наплавленні маловуглецевим дротом Св-08 дозволяють одержати наплавлений шар високої міцності і стійкості проти зношування. Температура плавлення феросплавів у 1,5—2 рази вища, ніж решти компонентів, тому керамічні флюси не можна виготовити за допомогою сплавлення. У цьому випадку всі компоненти флюсу подрібнюють, просіюють і змішують у заданих співвідношеннях, додаючи рідке скло. Одержану масу гранулюють, висушують і прокалюють при температурі 300—400 °С протягом 2 год.

У ремонтному виробництві застосовують керамічні флюси АНК-18 і АНК-19.

Потрібні властивості (твердість, стійкість проти зношування) наплавленого шару одержують, поєднуючи різні флюси і електродний дріт (табл. 3.1).

3.1. Залежність твердості наплавленого шару від наплавлених матеріалів

Флюс	Електродний дріт	Твердість шару після наплавлення, HRC
АН-348А	Св-08Г2С	18—20
	Св-18 ХГСА	25—28
	НП-40 Х13	40—45
АНК-18	Св-08	38—43
	Св-08Г2С	41—45

У випадку відсутності необхідних керамічних флюсів можна приготувати суміші, додаючи у плавлений флюс, наприклад А-348А, чавунну стружку (до 40 %), графіт (4—6 %) або феросплави (до 20 % ферохрому). Застосування таких флюсів-сумішей дозволяє одержати наплавлений шар однорідного хімічного складу, високої твердості і стійкості проти зношування.

Якість наплавленого металу суттєво залежить від режимів процесу (табл. 3.2), які вибирають з урахуванням товщини наплавлюваного шару і форми деталі. Наплавлення під шаром флюсу ведуть при напрузі 26—36 В і щільності струму до 50—100 А/мм² перерізу електродного дроту.

Наплавлення під шаром флюсу має ряд переваг: продуктивність у 5—10 разів вища порівняно з ручним наплавленням, широкі можливості одержання потрібних механічних властивостей на-

8.2. Режими наплавлення під шаром флюсу

Діаметр деталі, мм	Діаметр електроду, мм	Сила струму, А	Швидкість наплавлення, м/год	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Крок наплавлення, мм	Зміщення електроду із зеніту, мм
50	1,6	140	16—24	75	3,0	2
60	1,6	170	16—28	110	3,5	3
75	2	180	16—32	125	4,5	5
100	3	220	16—32	160	5,6	8
200	3	250	16—36	180	6,7	10

плавленого шару, економна витрата електроенергії і електродного дроту, поліпшені умови праці зварювальника (закрита дуга).

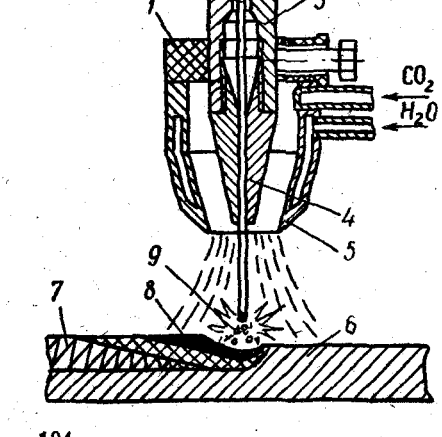
До недоліків слід віднести: складність утримання флюсу на поверхні деталей діаметром менше 50 мм, необхідність відокремлення шлакової кірки, швидке й глибоке прогрівання, яке призводить до зміни фізико-механічних властивостей і деформації деталі.

Наплавлення під шаром флюсу доцільно застосовувати при відновленні деталей, які мають відносно великий знос (понад 2 мм).

Наплавлення у середовищі захисних газів. Розплавлений метал можна захищати від дії кисню і азоту повітря струменем газу, який витискає повітря із зони горіння електричної дуги.

При зварюванні і наплавленні застосовують такі захисні гази, як аргон, гелій (*для всіх металів*), азот (*для міді та її сплавів*), вуглекислий газ, водяну пару (для сталі і чавуну).

У ремонтному виробництві використовують зварювання і наплавлення у середовищі вуглекислого газу, які забезпечують високу якість при низькій собівартості відновлення деталей (рис. 3.13).



Електродний дріт безперервно подається у зону наплавлення. Струм до дроту підводиться через наконечник, розміщений всередині мундштука. Під дією високої температури електричної дуги на поверхні деталі утворюється рідка ванна, в якій перемішуються метали електроду і деталі. У зону наплавлення через сопло пальника надходить вуглекислий газ, який захищає рідкий

3.13. Схема наплавлення у середовищі вуглекислого газу:

1 — мундштук; 2 — електродний дріт, 3 — мундштук; 4 — наконечник, 5 — сопло, 6 — деталь; 7 — наплавлений шар; 8 — зварювальна ванна рідкого металу; 9 — електрична дуга

метал від контакту з киснем повітря. З одного боку вуглекислий газ захищає метал від навколишнього середовища, з іншого — розкладається при високій температурі дуги і окислює розплавлений метал:

$$2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2. \quad (3.15)$$

Під час наплавлення високовуглецевої сталі окислення відбувається від взаємодії вуглекислого газу і кисню із залізом:

$$Fe + CO_2 \rightleftarrows FeO + CO; \quad (3.16)$$

$$2Fe + O_2 \rightleftarrows 2FeO. \quad (3.17)$$

Ці процеси супроводжуються інтенсивним вигоранням вуглецю, легуючих елементів, появою пор у наплавленому шарі. Для усунення цього рекомендується застосовувати електродний дріт, що містить кремній і марганець, за допомогою яких відбувається розкислення наплавленого металу і видалення окислів із зварювальної ванни:

$$2FeO + Si = 2Fe + SiO_2; \quad (3.18)$$

$$FeO + Mn = Fe + MnO. \quad (3.19)$$

Для наплавлення у середовищі вуглекислого газу застосовують наплавлювальні головки (АБС, А-384, А-580 тощо), джерела живлення (ВС-200, ВСУ-300, ПСГ-300, ПСГ-500 тощо), підігрівач та осушувач газу, редуктор-витратомір (ДРЗ-1-5-7) або ротаметри (РС-3, РКС-65). До комплекту газової апаратури входить балон з вуглекислим газом (тиск 7,5 МПа), який містить 25 кг вуглекислоти. За нормальних умов (t=0 °С, $P_{атм}$=760 мм рт. ст.= =101,3 КПа) після випарування 1 кг вуглекислоти утворюється близько 500 л вуглекислого газу.

Наплавлення у середовищі вуглекислого газу виконують на постійному струмі зворотної полярності. Марку електродного дроту вибирають залежно від матеріалу відновлюваної деталі і потрібних фізико-механічних властивостей наплавлюваного металу. Для наплавлення середньовуглецевих сталей застосовують дроти Св-0,8ГС, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА діаметром 0,5—2,5 мм, які дозволяють одержати твердість наплавленого шару НВ 220—290. Щоб одержати більш високу твердість, необхідно провести цементацію, гартування СВЧ або використати порошкові дроти.

На якість наплавленого шару поряд з матеріалом електродного дроту впливають також режими наплавлення (табл. 3.3).

Сила струму наплавлення визначається напругою на дузі, швидкістю подачі і діаметром електродного дроту (площею поперечного перерізу електроду). Швидкість подачі дроту встановлюють з таким розрахунком, щоб у процесі наплавлення не було короткого замикання і обриву дуги. Швидкість наплавлення встановлюють залежно від товщини і якості формування наплавлюваного шару.

3.3. Режими наплавлення у середовищі вуглекислого газу

Діаметр деталі, мм	Товщина наплавленого шару, мм	Діаметр електроду, мм	Сила струму, А	Напруга, В	Швидкість наплавлення, м/год	Зміщення електроду із зеніту, мм	Крок наплавлення, мм	Виліт електроду, мм	Витрата CO_2, л/год
10	0,5	0,8	70	16	40	2	2,5	7	360
20	0,8	1,0	85	18	40	3	2,8	8	360
30	1,0	1,2	90	19	35	5	3,0	10	360
40	1,2	1,4	110	20	30	6	3,5	10	480

Витрата вуглекислого газу залежить, в основному, від величини зварювального струму. Для нормального захисту зони наплавлення від повітря необхідно витратити близько 600 л вуглекислого газу на годину при зварювальному струмі $I_{зв}=200$ А. Недостатня кількість вуглекислого газу у зоні наплавлення призводить до появи пор у наплавленому шарі.

Виліт електродного дроту суттєво впливає на якість наплавленого металу і залежить від діаметра дроту та його питомого електричного опору. При великому вильоті сопло пальника віддаляється від поверхні деталі, захист зони наплавлення погіршується, внаслідок чого з'являються дефекти у наплавленому шарі — електродний дріт перегрівається і перегорає, при малому — сопло закупорюється бризками металу і обгорає.

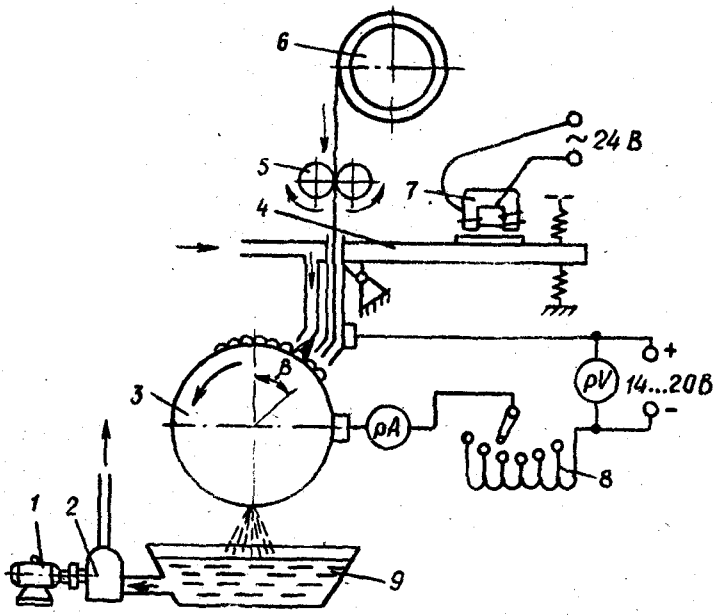
Наплавлення у середовищі захисних газів має ряд переваг: високу продуктивність (не нижча наплавлення під шаром флюсу); відсутність шлакової кірки; високий ступінь щільності дуги, що сприяє незначним нагріванню деталі і її деформації; можливість наплавлення шару невеликої товщини (0,8—1,5 мм); низьку вартість робіт при використанні активних газів (CO_2, водяної пари, сумішей газів).

Наплавлення у середовищі захисних газів застосовують при відновленні деталей складної форми, багатошаровому наплавленні сплавів з високим вмістом домішок, які погіршують відокремлення шлакової кірки, наплавленні дрібних деталей діаметром від 10 мм.

Вібродугове наплавлення відрізняється від розглянутих раніше способів механізованого наплавлення тим, що кінець електроду здійснює коливальні рухи у площині, перпендикулярній площині наплавлення, а наплавлений шар охолоджується струменем рідини.

Установка для вібродугового наплавлення (рис. 3.14) складається із головки, закріпленої на супорті токарного верстата, яка має вібратор і механізм подачі електродного дроту, джерела струму, додаткового індуктивного опору (дроселя), системи подачі охолоджувальної рідини.

У процесі наплавлення вібруючий електрод періодично замикає зварювальне коло, змінюючи в ньому напругу і струм. У кож-



3.14. Схема вібродугового наплавлення:

1 — електродвигун; 2 — насос 3 — деталь; 4 — вібруючий мундштук; 5 — механізм подачі дроту; 6 — касета електродного дроту; 7 — вібратор; 8 — індуктивний опір; 9 — місткість із охолоджувальною рідиною

ному циклі вібрації можна виділити три періоди: короткого замикання, дугового розряду і холостого ходу. У момент короткого замикання напруга на дузі падає майже до нуля, а сила струму підвищується до максимального значення. При відході електроду від деталі напруга у колі миттєво підвищується до 18—24 В, внаслідок дії електрорушійної сили самоіндукції і виникає короткочасний дуговий розряд. Електродний дріт розплавлюється і краплі розплавленого металу переносяться на деталь. При подальшому відході електроду від деталі горіння дуги переривається і настає період холостого ходу, який продовжується до наступного короткого замикання, після чого цикл повторюється.

У період дугового розряду виділяється 80—85 % тепла, яке витрачається на розплавлення електроду і утворення зварювальної ванни. Збільшити кількість виділеного тепла, а значить, і продуктивність наплавлення, можна за рахунок скорочення або виключення періоду холостого ходу, що досягається певним поєднанням величини напруги, індуктивності та амплітуди вібрації електроду.

Під час наплавлення мундштук разом із дротом вібрує з частотою 50—110 Гц і амплітудою 1,5—3,2 мм, що сприяє перенесенню розплавленого матеріалу електродного дроту невеликими порціями, забезпечуючи якісне формування валиків.

Наплавляти можна на постійному та змінному струмі. Постійний струм забезпечує кращу стабільність процесу. Полярність струму впливає на якість наплавленого шару і його зчеплення з основним металом. Ці показники кращі при наплавленні вібродуговим способом на струмі оберненої полярності.

Джерелом живлення електричної дуги при вібродуговому наплавленні є генератори типу АНД-500/250, випрямлячі ВС-300 і ВС-600, перетворювачі ПД-305 і ПСГ-500. Індуктивним опором є дросель РСТЕ-34, включений у зварювальне коло послідовно.

Зараз установки для вібродугового наплавлення комплектують головками типу ОКС-6569 з механічними і УАНЖ-6 з електромагнітними вібраторами.

Рекомендовані режими вібродугового наплавлення стальних деталей на струмі зворотної полярності при напрузі дуги 12—15 В наведені у табл. 3.4

3.4. Режими вібродугового наплавлення

Діаметр детталі, мм	Товщина наплавлюваного шару, мм	Діаметр електроду, мм	Сила струму, А	Швидкість наплавлення, м/год	Крок наплавлення, мм	Амплітуда вібрації електроду, мм	Швидкість подачі електроду, м/год	Витрата охолоджувальної рідини, л/хв
20	0,3	0,8	100	132	1,0	1,5	36	0,2
40	0,7	1,2	120	72	1,2	1,8	24	0,4
60	1,1	1,6	150	60	1,6	2,0	48	0,5
80	1,5	2,0	180	36	1,8	2,0	60	0,6

Структура і твердість наплавленого шару залежать від хімічного складу електродного дроту і охолоджувальної рідини. Остання у процесі наплавлення виконує ряд функцій: зменшує теплову дію дуги на деталь, збільшує швидкість охолодження наплавленого шару, захищає розплавлений метал від повітря, сприяє стійкому горінню дуги за рахунок випаровування рідини та іонізації електродного проміжку.

Охолоджувальною рідиною є 3—6%-ний водяний розчин кальцинованої соди або 12—20%-ний водяний розчин технічного гліцерину. Рідину подають на відстані 10—40 мм від електроду. При зменшенні вказаної відстані підвищується швидкість охолодження наплавленого шару, збільшується середня твердість наплавленого металу, виникає велика кількість мікротріщин.

Захист розплавленого металу при вібродуговому наплавленні може здійснюватись за допомогою вуглекислого газу, флюсу, водяної пари.

Для вібродугового наплавлення застосовують зварювальний вуглецевий або легований дріт діаметром 1—3 мм. Вибір дроту залежить від потрібної твердості та стійкості проти зношування наплавленого шару. Металопокриття має твердість 14—19 HRC

при використанні маловуглецевого дроту Св-08 і Св-08ГА, а при наплавленні дротом Нп-30ХГСА, Нп-65 і Нп-80 валик в охолоджувальній рідині загартовується до твердості 26—55 HRC. Наступний валик наплавленого металу частково розплавлює попередній і створює зону відпалення. Це призводить до неоднорідності структури і твердості наплавленого шару, що ускладнює механічну обробку деталі.

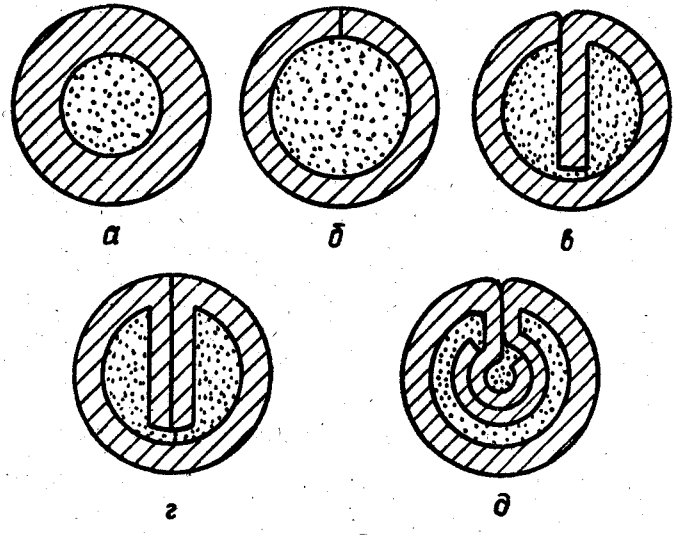
Переваги вібродугового наплавлення: незначне нагрівання і деформація деталей, одержання високої твердості і стійкості наплавленого шару без термічної обробки, можливість нанесення тонких шарів металу (до 0,1 мм), висока продуктивність при відносній простоті обладнання і технологічного процесу.

Але наплавлений із застосуванням охолоджувальної рідини шар схильний до утворення тріщин і виникнення високих розтягувальних напруг. Втомлювана міцність деталей, відновлених вібродуговим наплавленням, суттєво знижується.

Таким чином, використовувати вібродугове наплавлення доцільно для відновлення деталей, які мають малий знос і не підлягають знакозмінним навантаженням (шийки валів коробок передач і задніх мостів, штовхачів тощо).

Наплавлення порошковими електродами. Електродним матеріалом у цьому випадку є згорнута з маловуглецевої стальної стрічки безперервна труба, заповнена порошковою сумішшю — шихтою (рис. 3.15). До складу шихти входять легуючі, газо- і шлакоутворювальні, розкислювальні та інші компоненти.

При горінні дуги шихта відстає від оболонки, що понижує якість наплавленого шару. Щоб підвищити електропровідність



3.15. Поперечний переріз порошкових дротів:
а, б — трубчастий; в — однозагинний; г — двозагинний; д — двошаровий

шихти, до неї додають до 30 % залізного порошку або розділяють осердя дроту металічними перегородками, електрично зв'язаними з оболонкою (рис. 3.15 в, г, д).

Використовують два типи порошкового дроту: із зовнішнім захистом (під шаром флюсу або у середовищі CO_2) і самозахисні.

Для наплавлення порошковим дротом застосовують токарні верстати з головками А-580М і ОКС-1252М, а також спеціальні верстати УД-139, У-651, ОКС-11238. Дуга живиться від джерела струму із жорсткою зовнішньою характеристикою: зварювальні перетворювачі ПСІ-500, ПСУ-500, випрямлячі ВДУ-504, ВС-600, ВДМ-1001.

Наплавлення порошковим дротом виконують при постійному струмі оберненої полярності. Діаметр електроду залежить від товщини наплавленого шару, а силу струму вибирають залежно від швидкості наплавлення і підібраного діаметра електроду. Режими наплавлення залежно від марки електроду і діаметра деталі наведені в табл. 3.5.

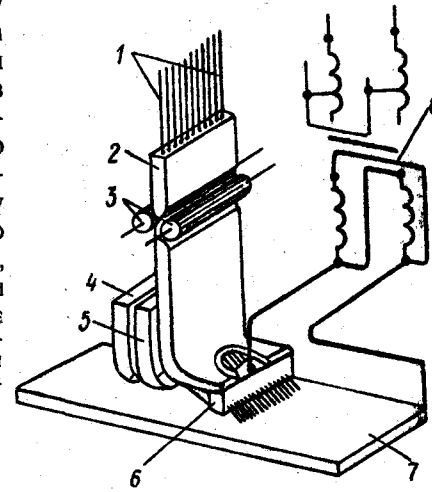
3.5. Режими наплавлення порошковим електродом

Електрод	Діаметр, мм		Сила струму, А	Напруга, В	Швидкість наплавлення, м/год
	деталі	електроду			
ПП-АН1	40—60	2,8	260—320	22—24	18—25
ПП-АН4	45—50	2,2	180—220	20—22	20—25
	50—60	2,5	200—250	22—24	20—28
ПП-АН106	40—55	2,6	160—180	22—24	25—35
	50—65	2,6	160—180	22—24	20—25
ПП-25Х5ФМС	45—55	2,6	160—180	22—24	35—40
	50—65	3,6	200—220	22—24	30—40

Наплавлення порошковим дротом застосовують для відновлення деталей з відносно великим зносом, які працюють при знакозмінних навантаженнях або в агресивних середовищах (колінчасті вали, тарілки клапанів тощо). Поширення порошкових електродів стримується через їх високу вартість. Разом з цим наплавлення порошковим дротом має деякі переваги перед іншими способами наплавлення: більш висока продуктивність процесу, відсутність необхідності видалення шлаку при наплавленні самозахисним електродом, широкі можливості керування фізико-механічними властивостями наплавленого шару (твердість HRC 60) за рахунок хімічного складу шихти.

8.4. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ І ЯКОСТІ МЕХАНІЗОВАНОГО ДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ

Продуктивність вібродугового наплавлення і наплавлення під шаром флюсу одним дротом порівняно невелика і становить відповідно 1,2 і 2,5 кг/год. Суттєво підвищити її дозволяє багатоелектродне наплавлення (рис. 3.16), суть якого полягає у тому, що два або кілька електродів при загальному струмопідведенні плавляться за рахунок тепла, яке виділяється дугою, що горить на одному з електродів і постійно переміщується по всіх електродах. Зміною кількості електродів, їх взаємного розміщення і хімічного складу впливають на розподіл тепла по ширині наплавлюваного валика, глибину проплавлення і розміри ванни рідкого металу, що формує



3.16. Схема наплавлювальної головки АМН-3 для багатоелектродного наплавлення:

1 — електродні дроти; 2 — мундштук; 3 — рифлені валики; 4, 5 — довзтори шихти і флюсу; 6 — струмопідвідна колодка; 7 — деталь; 8 — джерело струму

якість наплавлюваного шару і його фізико-механічні властивості.

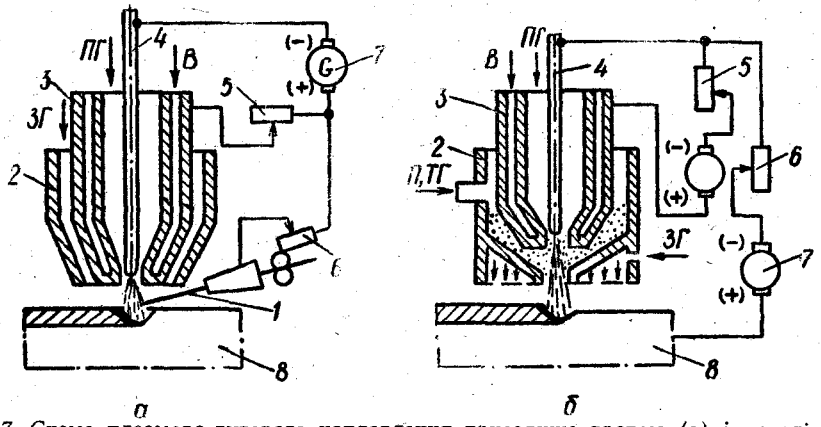
Особливістю двоелектродного вібродугового наплавлення, розробленого у ЧІМЕСГ, є зміщення коливань електродів за фазою на 180°, що призводить до збільшення тривалості горіння дуги і продуктивності наплавлення майже у два рази. Така особливість процесу збільшує крок наплавлення і зменшує теплову дію на попередньо наплавлені валики, що призводить до одержання рівномірнішої структури наплавленого шару і поліпшення його механічних властивостей.

Підвищення продуктивності і якості наплавлення досягають застосуванням маловуглецевої стальної або порошкової стрічки.

У випадку використання маловуглецевої стальної стрічки наплавлення ведуть під шаром флюсу з подачею у зону горіння дуги порошкових легуючих сумішей. При ширині стрічки 40 мм наплавляють на режимі $I=700—900$ А, $U=40—42$ В, $V_е=110—140$ м/год, $V_н=18—22$ м/год, виліт електроду $l=30—35$ мм, товщина шару легуючої суміші 4,5—5,5 мм. Залежно від складу легуючої суміші твердість наплавленого шару може досягати HRC 50.

3.5. ПЛАЗМОВО-ДУГОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ

Плазмово-дугове наплавлення полягає у використанні плазмового струменя для плавлення присадного матеріалу і транспортування його частинок на поверхню деталі. Плазмою називають високотемпературний частково або повністю іонізований газ. Плазмовий струмінь одержують пропусканням газу через дуговий розряд у вузькому каналі плазмового пальника, що охолоджується водою (рис. 3.17). Проходячи через канал, стовп дуги стискаєть-



3.17. Схема плазмово-дугового наплавлення присадним дротом (а) і металічним порошком (б):

В — вода; ПГ — плазмоутворювальний газ; ЗГ — захисний газ; ТГ — транспортуючий газ; П — присадний порошок; 1 — присадний дріт; 2 — мундштук; 3 — сопло плазмового пальника; 4 — вольфрамовий електрод; 5, 6 — змінні опори; 7 — джерело струму; 8 — деталь

ся, ступінь іонізації дугового проміжку, в якому утворюється плазмовий струмінь, збільшується, а температура підвищується до 15—18 тис. градусів.

Присадним матеріалом для нанесення покриття є дріт або гранульовані металічні порошки, плазмоутворювальними газами — аргон, азот, гелій, водень. Для захисту наплавленого шару від дії зовнішнього середовища використовують аргон, азот, гелій та їх суміші, а також вуглекислий газ.

Обладнання для плазмового наплавлення — джерело живлення (зварювальний перетворювач типу ПСО-500 або випрямляч ППН-160/600), плазмовий пальник (плазмотрон), механізми переміщення пальника і подачі електродного дроту або порошкового матеріалу, системи охолодження.

Для нанесення покритів за допомогою плазми розроблені установки УМП-6 і УПУ-3Д, призначені для одержання стійких проти зношування, корозії і високих температур покриттів шляхом напилювання металічних і керамічних порошкових матеріалів.

За способом підключення до джерела струму плазмові пальники умовно поділяються на пальники із залежною (прямою) і незалежною (побічною) дугою та змішаним підключенням.

У пальниках із прямою дугою струм протікає між вольфрамовим (неплавким) електродом (катодом) і деталлю (анодом). Плазмовий струмінь поєднаний з дуговим розрядом, що призводить до передачі значної кількості тепла до деталі. Тому пряму дугу доцільно використовувати для різання металів.

У пальниках з незалежною дугою катодом є вольфрамовий електрод, а анодом — сопло плазмоутворювального пальника. У цьому випадку температура плазми перед виходом із сопла пальника на 25—30 % вища, ніж біля зовнішнього плазмового струменя. Пальники з незалежною дугою застосовують для напилення тугоплавких порошків на поверхню деталі.

При змішаному підключенні пальника між вольфрамовим електродом і соплом запалюється допоміжна побічна дуга, а між вольфрамовим електродом і деталлю — пряма дуга. Незалежне регулювання сили струму обох дуг дозволяє у широкому діапазоні змінювати кількість тепла, що витрачається на розплавлення поверхневого шару деталі і присадного матеріалу.

Якість нанесеного шару при плазмово-дуговому наплавленні залежить від якості підготовки (очищення) поверхні під наплавлення і робочих режимів процесу.

Режими плазмового наплавлення з використанням різних присадних матеріалів наведені у табл. 3.6.

3.6. Режими плазмового наплавлення

Вид плазмової обробки	Струм, А	Напруга, В	Плазмоутворювальний газ і його витрата, л/год	Транспортуючий газ і його витрата, л/год	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість наплавлення, м/год	Відстань від сопла пальника до поверхні деталі, мм
Наплавлення із застосуванням присадного дроту	180—260	40—45	Аргон, 120—180	—	6—24	9,6	10—20
Наплавлення порошку сормайт № 1	180—260	40—45	Аргон, 90	Азот, 240—360	—	9,6	10—12
Напилювання порошку	250—350	80—90	Аргон, 1500	Аргон, 1500	—	9,6	120—150
Оплавлення порошку	300—320	80—90	Азот, 1500	—	—	9,6—12,0	65—70

Переваги плазмового наплавлення — добре зчеплення наплавленого шару із основним металом, малі припуски на механічну обробку, якісний наплавлений шар; недоліки — потреба у плазмоутворювальному газі, відносно висока вартість обладнання.

Плазмово-дугове наплавлення застосовують для відновлення деталей із зносом 0,1—1,5 мм, а також для нанесення стійких антифрикційних покриттів.

3.6. СПЕЦІАЛЬНІ ВИДИ НАПЛАВЛЕННЯ І ЗВАРЮВАННЯ

Заливання рідким металом використовують для відновлення деталей із значним зносом (ланок гусениць, опорних котків, ведучих і напрямних коліс тощо). Суть способу полягає у тому, що очищену від забруднень і корозії деталь покривають флюсом, підігрівають до 200—250 °С і вставляють у підігріту до цієї ж температури металічну форму — кокіль. Рідкий метал (чавун або сталь) через ливникову систему заповнює проміжок між поверхнею зношеної деталі і стінкою кокілю (рис. 3.18). Цей спосіб дозволяє одержати високу точність розмірів, що особливо важливо для деталей складної конфігурації, які не потребують наступної механічної обробки, наприклад ведучих коліс гусеничних тракторів, зірочок тощо.

У зоні контакту розплавленого металу з кокілем за рахунок швидкого охолодження можна одержати шар відбіленого чавуну з високою твердістю і стійкістю проти зношування.

На міцність зчеплення покриття з основним металом суттєво впливає попередня підготовка поверхонь, температура металу, що заливається, спосіб заливання і застосування флюсів.

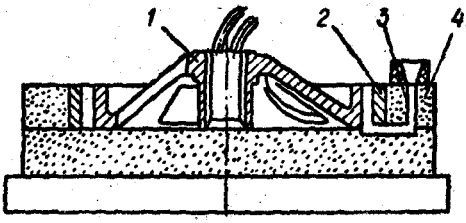
Якість сплавлення поліпшується при збільшенні шорсткості поверхні. Для цього на відновлюваних поверхнях нарізають канавки або різьбу, піддають їх піскоструминній обробці, інколи травлять у 30%-ному розчині сірчаної кислоти.

Флюси складаються із суміші порошків міді, нікелю, бури і борного ангідриду (АНШ-100, АНШ-200 тощо). Їх наносять шаром товщиною 1—2 мм. Для зв'язування призначений лак № 302.

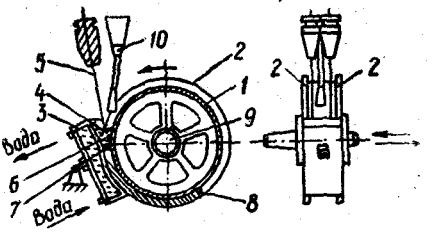
Для заливання застосовують сірий чавун СЧ-15, СЧ-18, СЧ-21, сталі 45Л і 50Л, які мають достатню рідкотекучість. Температура металу повинна бути на 100—500 °С вищою початку кристалізації.

Найефективніше використовувати цей спосіб на спеціалізованих підприємствах із великою програмою відновлення деталей.

Якщо деталь має рівномірний знос, то кокіль можна не використовувати. Такий спосіб одержав назву «наморожування» металу. Наплавлену поверхню, так як і в попередньому випадку, очищають, наносять шар флюсу і підігрівають до 200—250 °С. Після цього деталь на певний час опускають у розплавлений метал. На поверхні деталі «наморожується» шар захололого і закристалізованого металу. Таким способом відновлюють поверхні деталей, які працюють в умовах абразивного зношування.



3.18. Відновлення зношеного шару деталі заливанням рідким металом:
1 — опорний коток; 2 — кокіль; 3 — ливникова система; 4 — опока



3.19. Електрошлакове наплавлення:
1 — наплавлювана деталь; 2 — габаритні диски; 3 — кристалізатор; 4 — флюс; 5 — електрод; 6 — шлакова ванна; 7 — ванна розплавленого металу; 8 — наплавлений шар; 9 — оправка; 10 — дозатор

Індукційне наплавлення. Розплавлений метал можна отримати безпосередньо на поверхні наплавлюваних деталей. Для цього присадний метал у вигляді суміші порошків наносять на поверхню деталі і нагрівають (СВЧ).

Цей спосіб має високу продуктивність при високій однорідності хімічного складу і щільності наплавленого шару. Основний метал проплавлюється на глибину, яка дорівнює 10—15 % товщини наплавленого шару. Поверхня стає гладенькою і рівною.

Для індукційного наплавлення застосовують матеріали з низькою магнітною проникністю і температурою плавлення на 150—200 °С нижчою температури плавлення матеріалу відновлюваної деталі. Крім того, ці матеріали повинні мати добру рідкотекучість, а після кристалізації — високу стійкість проти зношування (сормайт № 1, ХБК-6-2, УС-25, сталініт, ПС-4, ПС-5, ПС-6).

При наплавленні використовують плавлені флюси з високою швидкістю розкислення (60 % борної кислоти, 34 бури, 6 % селікокальцію або 50 % борного ангідриду, 30 бури і 11 % селікокальцію).

Індукційне наплавлення застосовують в основному для відновлення деталей грунтообробних машин — лемешів, плугів, лап культиваторів, ножів плоскорізів, які швидко зношуються. При наплавленні утворюється біметалічне з'єднання, яке забезпечує ефект самозаточування деталей у процесі роботи, що суттєво підвищує строк їх служби.

Для індукційного наплавлення використовують генератори з робочою частотою 8—1800 кГц і потужністю 4—200 кВт (В2ГІ-60/0,066, В2И-2-100/0,066, В2ГІ-100/0,066 тощо) та індуктори, які мають повітряне охолодження і форму, що відповідає наплавлюваній деталі.

Частота генерованого струму f, Гц, залежить від товщини наплавленого шару S, см:

$$f = 3{,}6 \cdot 10^5/S. \qquad (3.20)$$

Глибина проникнення індуктивного струму у метал деталі δ, мм, визначається за формулою:

$$\delta = 5{,}03 \cdot 10^4 \sqrt{\rho/(\mu f)}, \qquad (3.21)$$

де ρ — питомий опір металу, Ом·м; μ — магнітна проникність металу, Г/м.

Для практичних цілей глибину проплавлення можна знайти за формулою:

$$\delta = 700/\sqrt{f}. \qquad (3.22)$$

Електрошлакове наплавлення полягає у тому, що присадний метал розплавляється за рахунок тепла, яке виділяється при проходженні струму через розплавлений електропровідний шлак від електроду до деталі.

Наплавлювану деталь 1 (рис. 3.19) встановлюють на пристрій для обертання між габаритними дисками 2. Диски виготовлені з міді за габаритами нової (не зношеної) деталі і мають канали та порожнини для проходження охолоджувальної рідини. До них щільно прилягає мідний кристалізатор металу 3, також охолоджуваний проточною водою. У простір між деталлю, габаритними дисками і кристалізатором засипається флюс 4 і подається електрод 5. У початковий момент між електродом і технологічною планкою збуджується електрична дуга. Тепло, що виділяється, розплавляє флюс і утворюється електропровідна шлакова ванна 6, яка шунтує і гасить дугу. Температура ванни на 200—300 °С вища температури плавлення електроду. Електрод розплавляється і під дією сили тяжіння осідає вниз, утворюючи ванну 7 розплавленого металу. При охолодженні метал кристалізується, утворюючи наплавлений шар 8 за формою кристалізатора.

Особливістю цього способу є те, що електрод розплавляється не електричною дугою, а за рахунок безпосереднього переходу електричної енергії в теплову при проходженні електричного струму через ванну розплавленого електропроводного флюсу. Втрати тепла на випромінювання суттєво зменшуються і, відповідно, майже в два рази знижується витрата електричної енергії. Крім того, відсутні угар і розбризкування металу. Витрата флюсу не перевищує 5 % маси наплавленого металу.

Установки для електрошлакового наплавлення комплектуються, як правило, спеціальними трансформаторами з номінальним зварювальним струмом до 1000 А і напругою 30—45 В та пристроями автоматичного регулювання рівня ванни рідкого металу, наприклад ОКС-7755.

Флюси повинні мати високу температуру кипіння і електропровідність у рідкому стані, добрі захисні властивості. Випускаються спеціальні флюси АН-8, АН-22 і АН-348А.

Фізико-механічні властивості наплавленого металу залежать від матеріалу електродного дроту. Інколи застосовується легування металу введенням додатково в зварювальну ванну порошків. Режими наплавлення вибирають з умов стійкого процесу і розмірів наплавлюваних поверхонь.

Електрошлакове наплавлення — високопродуктивний процес. Наплавлений шар одержують рівний і якісний. Використовують для відновлення сильно зношених деталей ходової частини тракторів тільки на спеціалізованих підприємствах.

Електроконтактне зварювання відноситься до термомеханічного класу.

Всі способи контактного зварювання грунтуються на нагріванні і пластичному деформуванні заготовок у місці з'єднання. Нагрівання здійснюється теплом, яке виділяється під час проходження електричного струму через з'єднувані деталі, що знаходяться у контакті. За законом Джоуля-Ленца, кількість теплової енергії, яка виділяється у зоні зварювання, визначається за формулою:

$$Q = I^2Rt, \qquad (3.23)$$

де Q — кількість тепла, Дж; I — сила зварювального струму, А; R — опір у зоні зварювання, Ом; t — час проходження зварювального струму, с.

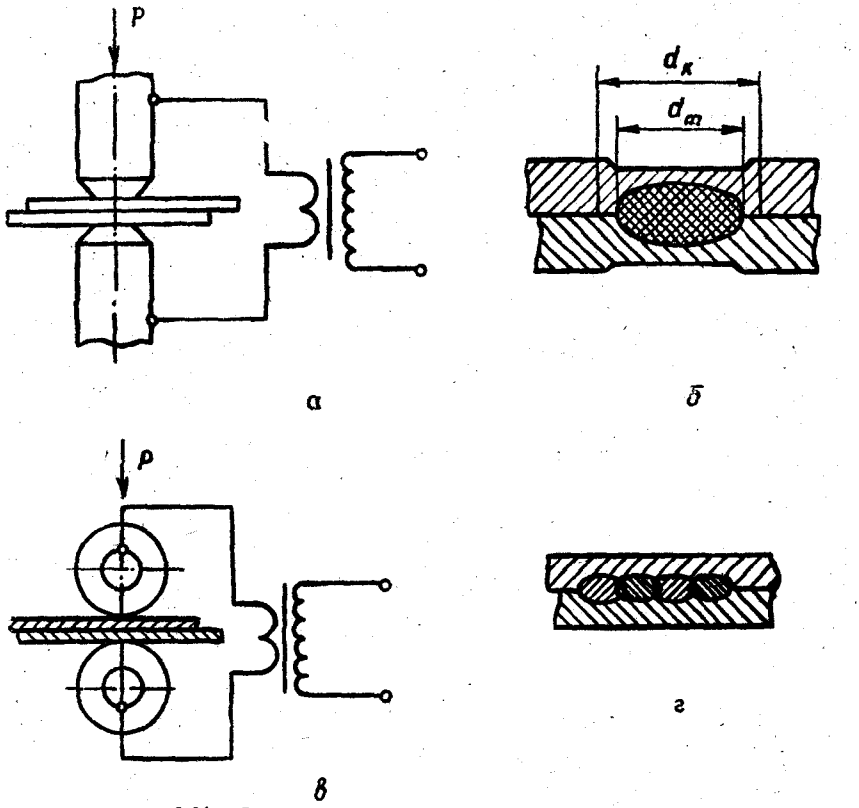
Для одержання якісного з'єднання місця зварювання очищають від залишків старої фарби, іржі, бруду. Зварювані деталі стискають між електродами, виготовленими з міді для забезпечення надійного контакту між деталями і електродами.

Контактне зварювання характеризується високою продуктивністю, економічністю і екологічною чистотою процесу. Дозволяє звести до мінімуму витрати допоміжних матеріалів.

У ремонтному виробництві поширене точкове і шовне контактне зварювання, а також електроконтактне приварювання стрічки і напікання порошків для відновлення зношеного шару.

Точкове і шовне зварювання застосовується в основному для зварювання листового матеріалу малих товщин.

Точковим зварюванням деталі з'єднують в окремих місцях (точках). При цьому зварювані деталі встановлюють і стискають між двома мідними охолоджуваними електродами контактної машини. Електроди з'єднують із вторинною обмоткою трансформатора (рис. 3.20, а). Під час проходження струму метал, розміщений між електродами, нагрівається. Особливо швидко нагріваються ділянки металу, що прилягають до місця контакту між деталями, оскільки вони мають підвищений електричний опір (рис. 3.20, б). Крім того, вони менше схильні до охолоджувальної дії електродів. У момент утворення в зоні зварювання розплавленого ядра заданих розмірів струм виключають. Метал між електродами осаджується і кристалізується, електроди розтискаються.



3.20. Схема електроконтактного зварювання:
а — точкове зварювання; б — розріз звареної точки; в — шовне зварювання; г — розріз зварного шва

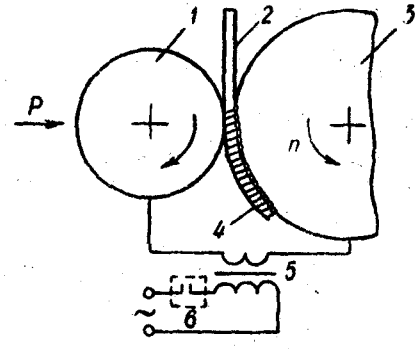
При шовному зварюванні (рис. 3.20, в) деталі з'єднують міцним герметичним швом, що складається з ряду точок, в яких кожна наступна точка частково перекриває попередню (рис. 3.20, г). На відміну від точкового зварювання деталі встановлюють між мідними роликами, що обертаються і стискаються механізмом. До них підведений електричний струм.

Для точкового зварювання використовують машини типу МТ з максимальною силою зварювального струму від 6 до 40 кА, напругою 1—9 В. Зусилля стискання електродів 0,2—3,2 кН.

Для шовного зварювання використовуються машини типу МШ з максимальною силою зварювального струму від 10 до 63 кА, напругою 2—6 В. Зусилля стискання електродів 0,25—2,0 кН.

У ремонтному виробництві точкове зварювання в основному застосовується для ремонту деталей кузовів, шовне — для ремонту місткостей і баків.

Електроконтактне приварювання металічної стрічки використовують для відновлення зношеного шару циліндричної деталі. Струм напругою 1—4 В і силою 10—20 кА від зварювального трансформатора подається через ролики, між якими знаходиться приварювальна стрічка до деталі (рис. 3.21). Зусилля притискання роликів становить 1,4—1,6 кН. Завдяки спеціальним перервникам струм подається короткими імпульсами тривалістю 0,004—0,08 с. Таким чином, стрічка приварюється до деталі так, як і при шовному зварюванні, окремими точками. За рахунок вибору три-



3.21. Схема електроконтактного наплавлення стрічки:
1 — ролик; 2 — приварювана стрічка; 3 — деталь; 4 — наварений шар; 5 — трансформатор; 6 — регулятор циклу зварювання

валості пауз забезпечується перекриття точок на $^1/_4$—$^1/_8$ їх розміру. В осьовому напрямку безперервність приварювання досягається тим, що ширину ролика приймають у кілька разів більшою кроку поздовжньої подачі. Присадним матеріалом є стрічка товщиною 0,4—0,5 мм або електродний дріт діаметром до 2 мм. Твердість і стійкість проти зношування наплавлюваного шару залежить від матеріалу стрічки або дроту. Щоб їх підвищити, зону зварювання охолоджують водою. У поєднанні із застосуванням стрічки з високовуглецевих сталей можна отримати покриття твердістю до 60—65 HRC без спеціальної термообробки.

Підготовка деталей до електроконтактного приварювання полягає у шліфуванні поверхні деталі до усунення зношеного і наклепаного шару і знежирювання. Після відновлення зношеного шару проводять обробку деталі під нормальний розмір (як правило, шліфування). Припуск на механічну обробку 0,1—0,2 мм.

Електроконтактне приварювання успішно застосовується для відновлення шийок валів і отворів у корпусних деталях із чорних і кольорових металів, а також для наплавлення на деталі з кольорових металів стальної стрічки.

Зварювання тертям — це різновидність зварювання тиском, за якого одна деталь обертається відносно другої нерухомої, причому деталі притискаються одна до одної певним зусиллям. Під дією сил тертя відбувається нагрівання зварюваних поверхонь у місці контакту. Зварювання виконують на токарному верстаті, встановлюючи одну деталь у патрон, а другу — у піноль задньої бабки. Нерухому деталь притискають до рухомої зусиллям 50—100 МПа. Коли температура нагрівання торця досягне 1300—1400 °С, вер-

стат виключають і проводять осаджування, стискаючи деталь в осьовому напрямку до 200—300 МПа. Частоту обертання деталі при зварюванні приймають у межах 2000—3000 хв$^{-1}$.

Зварювання тертям застосовують для з'єднання частин валів та інших круглих стержнів, труб, хвостовиків різального інструменту.

Для зварювання тертям в умовах спеціалізованих ремонтних майстерень застосовують різні пристрої до універсальних верстатів або спеціальні верстати-напівавтомати.

Переваги цього способу полягають у високій якості з'єднання, незначній витраті електроенергії, великій продуктивності.

3.7. ГАЗОТЕРМІЧНЕ НАПИЛЮВАННЯ

Газотермічне напилення — це процес нанесення покриттів на поверхні деталей різної конфігурації за допомогою високотемпературного швидкісного струменя, який містить частинки порошку або краплини розплавленого матеріалу, що осаджується на поверхні під час ударного зіткнення.

Напилюванням можна наносити покриття з різних металів і сплавів як на металічну, так і на неметалічну (кераміку, скло тощо) основу.

При відновленні деталей (компенсації зношеного шару) газотермічне напилювання має ряд суттєвих переваг відносно інших видів нарощування поверхонь:

одержання покриттів із широким спектром заданих властивостей, у тому числі створення зміцненого поверхневого шару, який має високу стійкість проти зношування за рахунок вибору матеріалу і технологічних режимів напилювання;

незначне нагрівання деталі (не вище 200 °С), що дозволяє зберігати структуру і властивості основного матеріалу , уникнути додаткових трудомістких операцій термообробки;

нанесення покриттів із товщиною в широкому інтервалі — від сотих долей міліметрів до кількох міліметрів при високій продуктивності;

напилювання для захисту поверхонь від корозії і надання їм декоративного вигляду.

До основних видів газотермічного напилювання, залежно від джерела теплової енергії для розплавлення металу, відносяться газополуменеве і газоелектричне (електродугове і плазмове).

Загальний технологічний процес газотермічного напилювання. Для всіх видів газотермічного напилювання технологічний процес складається з таких основних операцій:

попередня механічна обробка деталей для виправлення геометрії відновлюваної поверхні, знімання дефектного шару і забезпе-

чення необхідної товщини напиленого шару з урахуванням припуску на обробку;

знежирювання деталей в органічних розчинниках і миття у розчинах СМЗ;

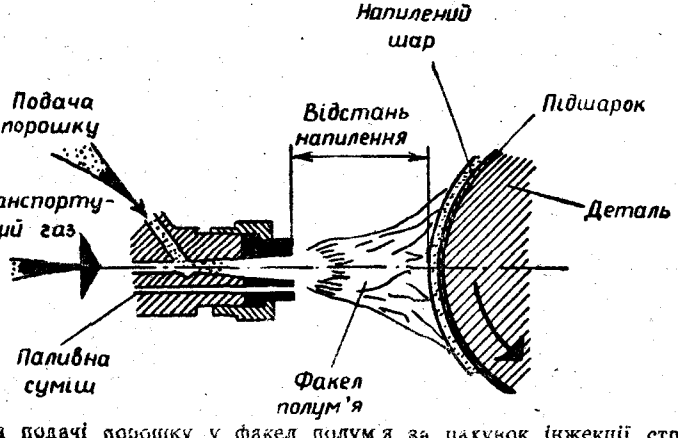
спеціальна обробка поверхні для забезпечення міцного зчеплення з напилюваним металом;

напилювання на поверхню металічного шару.

Спеціальна обробка поверхні має особливе значення у зв'язку з тим, що міцність зчеплення є основною характеристикою напиленого шару. Це потрібно враховувати при розробці технологічного процесу напилення, оскільки міцність зчеплення суттєво залежить від виду напилюваного металу, способу і режимів нанесення покриття.

Технологія спеціальної обробки поверхні вимагає створення шорсткості на поверхні, яка, не знижуючи (помітно) міцності деталі, сприяла б механічному закріпленню напилюваного металу. Для цієї мети застосовують струменево-абразивну обробку, накатування, нарізання «рваної» різьби тощо. «Рвану» різьбу нарізають на токарному верстаті при вильоті різьбового різця 70—100 мм і зміщенні різальної кромки нижче осі деталі на 1,5—5 мм (залежно від діаметра деталі). Швидкість обертання деталі — 30—40 $хв^{-1}$. Міцність зчеплення може бути підвищена попереднім напилюванням підшару із спеціальних матеріалів, а також шляхом оплавлення напиленого шару.

Газополуменеве напилювання. Метал (порошковий матеріал або дріт) розплавляється полум'ям суміші газу (ацетилен, пропан-бутан тощо) та кисню і розпилюється стиснутим повітрям або інертним газом. Подача порошкового матеріалу у зону полум'я може здійснюватись за допомогою транспортувального газу (рис. 3.22)



8.22. Схема подачі порошку у факел полум'я за рахунок інжекції струменем газів

або безпосередньо з бункера по трубці під дією сили тяжіння. Транспортування порошку за допомогою інертних газів сприяє зменшенню окислення розплавлених частинок металу. Перевага введення порошку стиснутим повітрям полягає у простоті обладнання і відсутності необхідності у транспортувальному газі, але в цьому випадку має місце інтенсивніша взаємодія частинок порошку з навколишнім середовищем.

З метою підвищення міцності зчеплення напилюваного металу і поверхні деталі застосовують попереднє напилювання, тобто створюють підшарок. Під час напилювання підшарку, наприклад, із суміші нікелю і алюмінію (якщо один з них виконує у порошку або порошковому дроті роль обгортки, а другий — роль наповнювача) між ними відбувається екзотермічна реакція (з виділенням тепла) і в момент ударяння частинок по поверхні деталі їх температура досягає 1450 °С. В результаті частинка (крапля), яка складається з нікелю, алюмінію та їх оксидів, міцно приварюється до поверхні і створює шорсткість для надійного зчеплення наступного (основного) шару із заданими механічними властивостями.

Іноді перед нанесенням покриття для видалення адсорбованої вологи і підвищення міцності зчеплення покриттів рекомендується проводити попереднє нагрівання деталі до 90—180 °С у сушильній шафі або полум'ям напилювального апарата без подачі порошку (при невеликих розмірах деталей).

Для відновлення деталей, які працюють в умовах тертя, застосовують стійкі проти зношування порошки на основі нікелю або дешеві сплави на основі заліза, які мають високі експлуатаційні і технологічні властивості.

Хімічний склад порошків на основі нікелю, %: нікель — 80, хром — 12—15, бор — 1,5—4, кремній — 0,5—4, вуглець — 0,3—1,0, залізо — 5. Марки порошків мають позначення, наприклад ПГ-ХН80СР2 (Х — хром, Н — нікель, С — кремній, Р — бор), де остання цифра (2, 3 або 4) характеризує процентний вміст всіх елементів, крім нікелю або заліза.

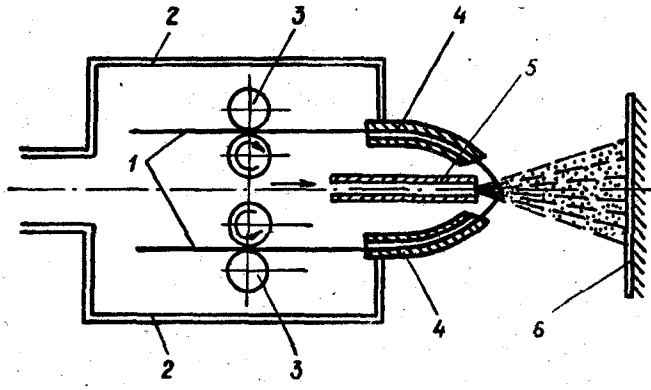
Порошкові сплави на основі нікелю мають низьку температуру плавлення (950—1050 °С), регульовану твердість (35—60 HRC), рідкотекучість, високу стійкість проти зношування і властивості самофлюсування. А бор (Р) і кремній (С) у цих сплавах активно віднімають кисень від окислів. Головним недоліком цих сплавів є їх висока вартість.

Порошкові сплави на основі заліза з високим вмістом вуглецю мають низьку вартість, високу стійкість проти зношування, але більш тугоплавкі (температура плавлення 1250—1300 °С) і не самофлюсуються. Ці сплави містять ферохром і карбіди бору (наприклад, сплав ФБХ-6-2), забезпечуючи твердість HRC 56—63. Застосовуються також композиційні порошкові суміші сплавів на основі нікелю і заліза. Наприклад, композиція ПС-1 являє собою

суміш порошків у рівних пропорціях: на основі нікелю — ПГ-ХН80СР3 і на основу заліза — ПГ-У30Х28Н4С4 (твердий сплав сормайт).

Газополуменеве напилювання порошків може застосовуватись без оплавлення і з оплавленням напиленого шару. В останньому випадку значно поліпшується міцність зчеплення з основним металом і підвищується стійкість відносно знакозмінних навантажень на деталь у процесі експлуатації.

Електродугове напилювання. При електродуговому напилюванні (рис. 3.23) два дроти з напилюваного металу діаметром 1—2 мм,



3.23. Схема електродугового металізатора:
1 — дріт; 2 — корпус механізму подачі дроту; 3 — ролики; 4 — наконечники; 5 — повітряне сопло; 6 — деталь

з'єднані з електричним джерелом живлення, безперервно подаються за допомогою механізму подачі по напрямних наконечниках. У точках їх зближення виникає електрична дуга, яка розплавляє метал. Останній стиснутим повітрям або інертним газом, який подається по каналах металізатора (газотермічне напилення у літературі часто називають металізацією), переноситься на поверхню зі швидкістю 100—300 м/с у вигляді частинок розміром 3—300 мкм.

Частинки металу, взаємодіючи із зовнішнім середовищем під час польоту, покриваються оксидною плівкою. При зіткненні з поверхнею деталі ця плівка за рахунок кінетичної енергії частинок руйнується, утворюючи на поверхні суцільне шарувате покриття з великою кількістю пор і оксидів. Зчеплення частинок з поверхнею відбувається за рахунок адгезії і механічного зчеплення з шорсткою поверхнею.

Для електродугового напилювання використовують дроти Нп-30, Нп-30ХГСА, Нп-30Х13 діаметром 1,2—2,5 мм.

Приблизний режим процесу: напруга 25—40 В, сила струму 80—160 А, швидкість подачі дроту 0,6—1,5 м/хв, тиск повітря 0,4—

0,6 МПа, відстань від сопла до деталі 80—100 мм. Застосовують ручні (ЕМ-3, ЕМ-9) і стаціонарні (ЕМС-1, ЕМ-12) металізатори.

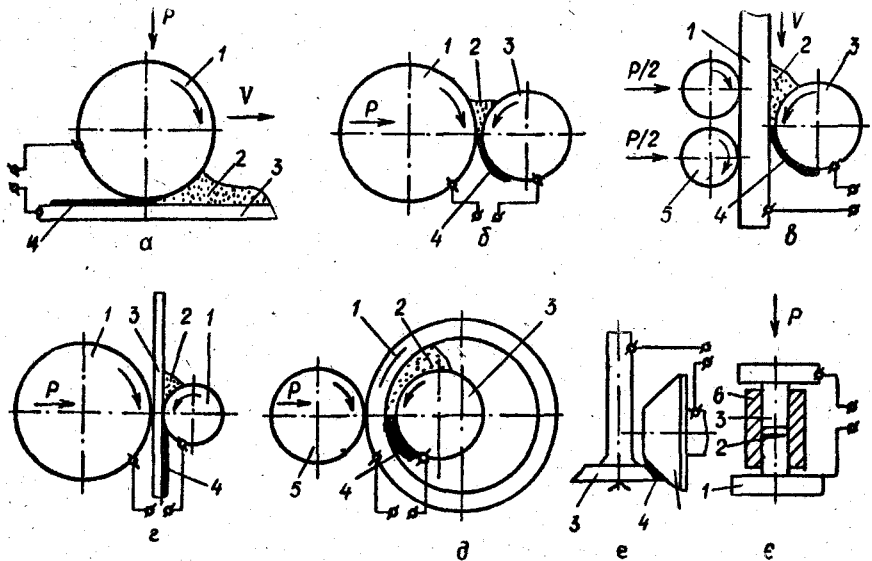
Перевага електродугового напилювання — простота обладнання і висока продуктивність, а наявність у поверхневому шарі пористості створює сприятливі умови для роботи рухомих з'єднань (при малих навантаженнях). Недоліком способу є окислення і вигорання легуючих елементів, а також зниження втомлюваної міцності.

Плазмове напилювання полягає у тому, що метал, розплавлений плазмовим струменем (див. п. 3.5), розпилюється і наноситься на відновлювану поверхню тими ж газами, які застосовуються для плазмоутворення і захисту.

За допомогою плазмового струменя, який має високу температуру, можна наносити будь-які тугоплавкі матеріали, карбіди, бориди, оксиди з високою швидкістю і рівномірністю. Застосування для плазмоутворення і захисту нейтральних газів аргону, азоту та їх сумішей сприяє мінімальному вигоранню легуючих елементів і окисленню частинок. Плазмові покриття мають високу щільність і міцність зчеплення з основним металом.

3.8. ЕЛЕКТРОКОНТАКТНЕ НАПІКАННЯ МЕТАЛІЧНИХ ПОРОШКІВ

Варіанти схем електроконтактного напікання металічних порошків наведені на рис. 3.24.



3.24. Схеми електроконтактного напікання металічних порошків:

а, б, в, г, д, е, ж — варіанти; 1 — контактний ролик-електрод; 2 — металічний порошок; 3 — деталь; 4 — напечений шар порошку; 5 — натискний ролик; 6 — форма

Фізико-механічна суть процесу полягає в тому, що металічний порошок подається у зону контакту між роликом-електродом і відновлюваною деталлю. Під час проходження зварювального струму частинки порошку нагріваються до температури спікання (0,6—0,9 температури плавлення), пом'якшуються, пластично деформуються під дією тиску ролика. Спікання частинок порошку у кульку і припікання її до відновлюваної деталі відбуваються за рахунок дифузійних процесів і сплавлення частинок порошку в окремих контактуючих точках їх поверхні.

Покриття одержують тверде (HRC 50—63) з пористістю 6—12 %. Заповнення пор маслом сприяє утворенню стійкої масляної плівки і підвищенню стійкості деталі проти зношування.

Для напікання використовують порошки АПМ, АПХМ, сормайт 1, суміш порошку АПМ з феромарганцем тощо.

Режим напікання: сила зварювального струму становить 2,5—3,5 кА на сантиметр ширини ролика при напрузі 0,7—1,4 В, тиск роликів 40—60 МПа, швидкість напікання 0,12—0,25 м/хв.

Перевага процесу — висока продуктивність, мала глибина теплової дії і висока стійкість припеченого шару проти зношування. До недоліків можна віднести обмежену товщину шару, що напікається, і складність обладнання.

3.9. ЕЛЕКТРОІСКРОВЕ НАРОЩУВАННЯ

Електроіскрове нарощування металу застосовується для зміцнення або відновлення зношеної поверхні деталі. Величина нанесеного шару не перевищує 0,7 мм. Завдяки можливості використання різних електродних матеріалів для нарощування на робочу поверхню деталі можна одержати задані експлуатаційні властивості. Перевагою електроіскрового нарощування металу порівняно з іншими методами наплавлення є:

формування мінімальної зони термічного впливу (0,2—0,8 мм), що забезпечує стабільність властивостей основного металу деталі;

можливість використання малотехнологічних, але ефективних за досягнутими властивостями, електродних матеріалів;

можливість відновлення і зміцнення деталі з нетехнологічних матеріалів, наприклад чавунів, різних високовуглецевих і легованих сплавів;

забезпечення мінімального об'єму механічної обробки і витрати електродного матеріалу.

Електроіскрове нарощування металу являє собою сукупність короткочасних дугових розрядів, які одержують під час обертання електродів, що стискаються з наплавлюваною поверхнею деталі.

Суть методу полягає в тому, що краплі металу електроду (аноду) відокремлюються і швидко кристалізуються, сплавлюючись із поверхнею деталі (катодом). Метал, який відокремився від аноду

імпульсом електричного струму, легує поверхневий шар деталі з формуванням високотвердих включень (нітридів, карбонітридів, карбідів) і загартованих структур матриці.

У період електроіскрового розряду через електроди проходить потужний (до 10^5—10^6 А/мм^2) імпульс струму. Температура у міжелектродному зазорі досягає 10 000—15 000 °С. Присутність у зоні високих температур азоту повітря, а також різних легуючих елементів, які входять до складу електроду-аноду, дозволяє не тільки нарощувати поверхню деталі, але і легувати її, поліпшуючи фізико-механічні та експлуатаційні властивості поверхні.

Для нарощування використовують різні робочі режими: чистові, середні, грубі. При використанні грубих режимів можна наростити до 0,5—0,7 мм металу, м'яких — до 0,2 мм.

Для більшості матеріалів максимальна швидкість перенесення металу становить 100—150 мкм/с.

Нарощування металу на зношену поверхню проводиться при частоті обертання електроду 5—10 $с^{-1}$, постійному струмі силою 150—200 А і напругою 9—10 В.

Електродами може бути пучок з 100—150 дротиків діаметром 0,5—0,8 мм чи диски з листового металу діаметром до 250 мм.

Електроди у вигляді пучка дротиків частіше всього використовують для нарощування внутрішніх посадочних поверхонь базисних деталей — коробок передач, ведучих мостів, редукторів, а також штоків, золотників, різальних кромок деталей сільськогосподарських машин.

Електроди, виготовлені у вигляді диску, доцільно застосовувати для обробки тіл обертання або плоских поверхонь.

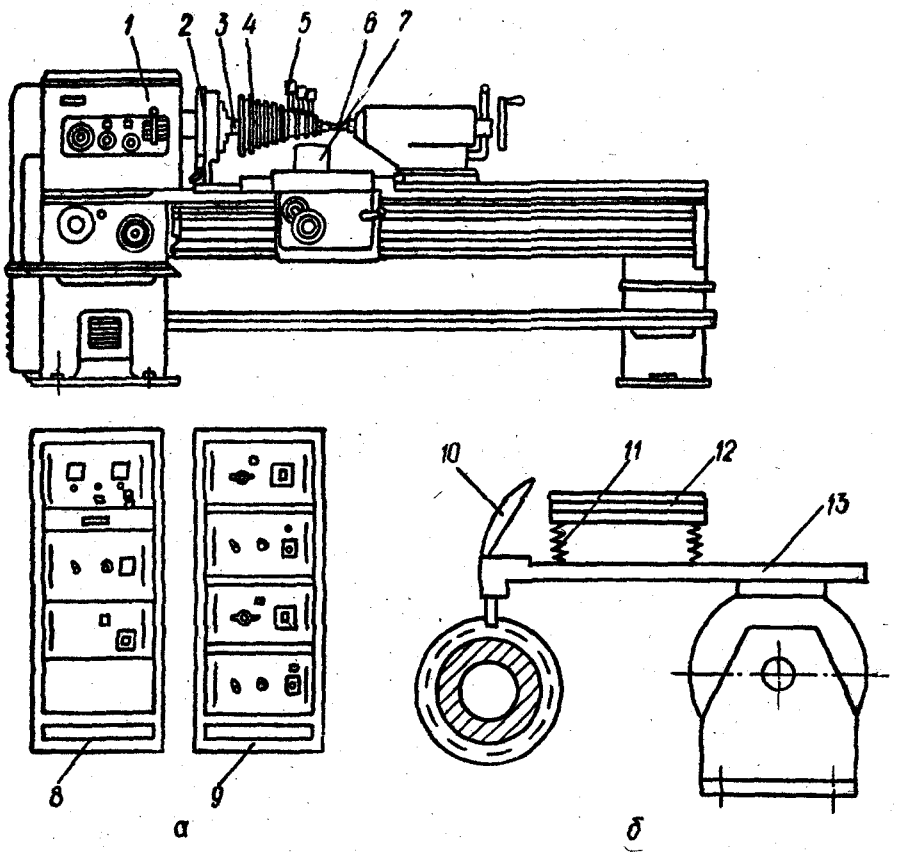
Для електродів підходять будь-які струмопровідні матеріали. Залежно від умов експлуатації і вимог до деталей використовують електроди з конструкційних і легованих сталей, особливо із вмістом хрому, які забезпечують збільшення товщини нанесеного шару, підвищення його мікротвердості і стійкості проти зношування.

Для електроіскрового нарощування металу застосовують ручні і механізовані установки (ЕФІ-10, «Елітрон-52», «Елітрон-344»).

Ручні установки доцільно використовувати для обробки деталей з малою площиною робочої поверхні, складним профілем, електродами з дорогих матеріалів.

Механізована установка «Елітрон-344» (рис. 3.25) ефективна при обробці деталей типу тіл обертання. Вона складається з двох генераторів, формуючих технологічний струм, токарного верстата і блока керування. До верстата кріпиться оброблювальна головка, призначена для комутування розрядного ланцюга вібруючим електродом. Вона включає два електромеханічних вібратори, які працюють від одного двигуна. Вібратором є електромагнітна муфта.

Блок керування призначений для регулювання роботи установки і параметрів процесу.



3.25. Установка «Елітрон-344» (а) і *оброблювальна головка (б)*:

1 — токарний станок 1К62; 2 — трикулачковий патрон зі струмознімачем; 3 — оправка; 4 — *оброблювана деталь*; 5 — *оброблювальна головка*; 6 — центр; 7 — екран; 8, 9 — генератори; 10 — гумова трубка для охолодження електроду; 11 — пружина; 12 — тягарці; 13 — тримач

До основних характеристик, які визначають якість відновленого шару, відносяться: товщина шару, середня висота мікронерівностей, наявність дефектів (пори, раковини, тріщини) і їх кількість на 1 см^2, мікротвердість.

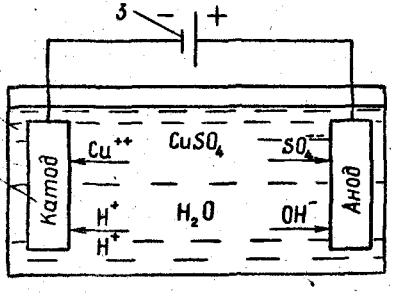
Характеристикою процесу формування покриттів є питомий приріст маси деталі. До найбільш важливих технологічних параметрів, які забезпечують якість нанесеного шару, відносяться: енергія імпульсів, питомий час легування і частота імпульсів. Збільшення енергії імпульсів призводить до зростання товщини нарощуваного шару, висоти мікронерівностей, суцільності покриття, питомого приросту маси при незначному зниженні твердості цього шару. Із збільшенням питомого часу обробки мікротвердість і су-

цільність покриття підвищуються. Збільшеня частоти імпульсів сприяє зменшенню товщини шару, висоти мікронерівностей, суцільності покриття, питомого приросту маси. Мікротвердість шару зростає.

3.10. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНІ МЕТАЛОПОКРИТТЯ

Електролітичні покриття мають досить високі, технологічно регульовані фізико-механічні властивості і дозволяють відновлювати деталі з невеликими зносами без структурних змін основного металу, що дуже суттєво для термічно оброблених поверхонь. Гальванічне нарощування дозволяє тонко регулювати величину припуску на наступну обробку і в окремих випадках застосовувати розмірне покриття. Корозійна стійкість деяких видів покриттів створює добрий антикорозійний захист деталей, а гарний зовнішній вигляд — декоративність. Багато операцій електролітичного покриття може здійснюватись одночасно для великих партій деталей.

Електролізом називають хімічні процеси, які відбуваються на електродах під час проходження електричного струму через електроліти (рис. 3.26). Електроліти — кислоти, луги і солі, розчинені у воді, які дисоціюють, розпадаючись при цьому на позитивні і негативні іони. Вода (H_2O) є слабким електролітом і дисоціює на іони водню ($2H^+$) і гідроксилу (OH^-). При дисоціації іони



3.26. Схема установки для електролітичного осадження металу:
1 — деталь; 2 — електроліт; 3 — джерело струму

металів і водню одержують позитивний заряд (катіони) і, переміщуючись у процесі електролізу до поверхні катоду (електрод, з'єднаний з негативним полюсом джерела струму), поповнюються електронами, тобто відновлюються (електровідновлення) і перетворюються у нейтральні атоми. Аналогічно іони кислотних залишків гідроксилів, маючи негативний заряд (аніони), переміщуються до поверхні аноду (електрод, з'єднаний з позитивним джерелом струму), розряджаються, віддаючи надлишкові електрони, тобто окислюються (електроокислення) і перетворюються у нейтральні атоми.

Під час електролізу основним процесом на катоді є виділення металу із супутнім виділенням водню, а на аноді — кисню. Катодом є виріб, який покривають, а анодом — металічні пластини, стержні або інші металічні конструктивні форми. Електроліз металів може здійснюватись із розчинними (наприклад, при залізнен-

ні) або нерозчинними (при хромуванні) електродами. У першому випадку основним процесом для них буде розчинення металу, який підлягає осадженню на деталі, тобто перехід атомів металу в розчин у вигляді катіонів, а супутнім — виділення кисню. Утворені катіони підтримують постійну концентрацію електроліту. При електролізі з нерозчинними анодами поповнення електроліту іонами металу відбувається шляхом додавання в електроліт речовини, яка містить цей метал.

Слід мати на увазі, що властивості електроосаджених металів відрізняються від властивостей тих же металів, одержаних металургійним шляхом. Це пояснюється тим, що метал виділяється на катоді в особливих умовах кристалізації (електрокристалізації) з утворенням різних структур (крупно- і дрібнокристалічна, шарувата тощо) і з певною орієнтацією кристалів — текстурою. Ці фактори надають електролітичним покриттям особливих фізико-механічних властивостей. Наприклад, електролітичне залізо за своїми властивостями за певних режимів осадження не поступається загартованій сталі, тобто значно відрізняється від властивостей чистого заліза.

Параметри, які характеризують електроліз, грунтуються на законах Фарадея і визначають основні технологічні режими електролітичних покриттів. З першого закону Фарадея випливає, що теоретична маса речовини, яка виділяється на катоді, пропорційна кількості електрики, що пройшла через електроліт:

$$m_т = cIt, \tag{3.24}$$

де $m_т$ — маса осадженого металу, г; c — електрохімічний еквівалент речовини, яка виділяється на катоді, г/А·год; I — сила струму, А; t — тривалість електролізу, год.

Другий закон Фарадея встановлює, що електрохімічний еквівалент даної речовини пропорційний його хімічному еквіваленту, який дорівнює відношенню атомної маси елемента (а, г) до його валентності (n). Коефіцієнт пропорційності являє собою величину, обернену постійній Фарадея, яка визначає кількість електрики, необхідної для виділення під час електролізу одного грам-еквівалента речовини: $F=96\,480$ Кл$=26{,}8$ А·год (1 А·год$=3600$ Кл). Таким чином, з цього закону випливає залежність для розрахунку електрохімічного еквіваленту:

$$c = \frac{1}{F} \cdot \frac{a}{n}. \tag{3.25}$$

Наприклад, для осадження шестивалентного хрому (з хромового ангідриду CrO_3): атомна маса хрому $a=52$ г, а його валентність $n=6$. За формулою (3.25) електрохімічний еквівалент $c=0{,}323$.

Оскільки на катоді одночасно з осадженням металу виділяється водень, а також можуть протікати й інші відновлювані процеси

(без виділення яких-небудь речовин), на які витрачається частина струму, то дійсна маса осадженого металу буде менша розрахункової за формулою Фарадея. Відношення дійсної кількості речовини ($m_д$) до теоретичної ($m_т$) називається виходом за струмом (η) або коефіцієнтом корисної дії (ККД) ванни, вираженим у відсотках:

$$\eta = \frac{m_д}{m_т} 100. \qquad (3.26)$$

При розрахунках технологічних режимів електролітичних процесів користуються питомим параметром — щільністю струму, який визначають як відношення сили струму до площі поверхні деталі (катоду), яку покривають:

$$D_к = \frac{I}{S_к}, \qquad (3.27)$$

де $D_к$ — катодна щільність струму, А/дм^2; I — сила струму, А; $S_к$ — площа катоду, дм^2.

Аналогічно можна визначити і анодну щільність струму $D_а$.

Для визначення товщини h приблизно рівномірно осадженого металопокриття виразимо його масу через об'єм і питому масу металу (γ):

$$m_ф = S_к h \gamma. \qquad (3.28)$$

Використовуючи співвідношення (3.26), (3.27) і (3.28), одержимо залежність для розрахунку товщини осадженого металу:

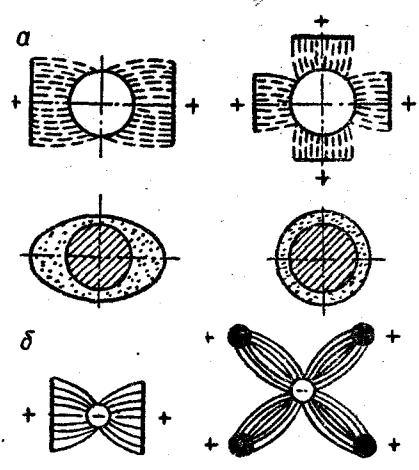
$$h = \frac{cD_к t \eta}{1000\gamma}. \qquad (3.29)$$

Розмірність параметрів: c, г/А·год; $D_к$, А/дм^2; t, год; η, %; γ, г/см^3; h, мм.

За формулою (3.29) визначається середня товщина покриття металу, оскільки в дійсності більшість електролітів дає нерівномірні осади, тобто мають обмежену розсіювану здатність, під якою розуміється властивість електролітів забезпечувати рівномірність за товщиною покриття на катодах (деталях) складної форми, елементарні поверхні яких розміщені на різних відстанях від аноду.

Розсіювальна здатність — один з найважливіших показників придатності електроліту. Він залежить від характеру розподілу силових ліній, які пронизують робочий об'єм електроліту.

Силові лінії не поширюються рівномірно в електроліті між анодом і катодом, а концентруються на їх краях, викликаючи нерівномірну щільність струму і різну швидкість відкладання. Метал нерівномірно відкладатиметься на краях деталі (більше) і на середині (менше). На характер розподілу металу на катоді впливають розміри і форма анодів та їх розміщення відносно деталей.



3.27. Вплив розміщення анодів (а) та їх форми (б) на характер силових ліній і рівномірність нарощування покриття

Деякі прийоми зменшення нерівномірності нарощування електролітичних покриттів ілюструє рис. 3.27.

Крім розсіювальної здатності, розрізняють криючу здатність електроліту або роботу ванни в глибину, під якими розуміється здатність електроліту якісно покривати заглиблені місця виробу незалежно від його рівномірності за товщиною.

Підготовка деталей до електролітичного нарощування передбачає механічну обробку, знежирювання, травлення.

Механічну обробку деталей виконують із метою видалення слідів зношування, надання поверхні правильної геометричної форми і одержання необхідної шорсткості (не нижче $R_z = 10$ мкм). Застосовують такі види обробки, як шліфування, притирання, полірування тощо.

Знежирювання проводять після механічної обробки в органічних розчинниках (бензин, уайт-спірит), а потім ізолюють місця, які не підлягають покриттю, кислотостійкими матеріалами (перхлорвінілова плівка або лак, клей БФ-2 тощо). Отвори у деталях закривають пробками. Після цього деталі монтують на підвісний пристрій, конструкція якого повинна забезпечувати добрий контакт з шиною ванни.

Жирові плівки повністю видаляють наступним хімічним або електрохімічним знежирюванням у лужних розчинах при температурі 60—80 °С. Одним із варіантів хімічного знежирювання є знежирювання віденським вапном (суміш оксиду кальцію і магнію у рівних пропорціях).

Під час електрохімічного знежирювання деталь є катодом, а пластини з маловуглецевої сталі — анодом. Процес знежирювання поліпшується завдяки додатковому руйнуванню жирової плівки киснем, який виділяється на катоді.

Після знежирювання деталі промивають теплою (60—70 °С) проточною водою.

Травлення проводять для видалення окисних плівок і виявлення кристалічної структури поверхні деталі, що забезпечує надійне зчеплення покриття з основним металом. Деталі піддають хімічному або електрохімічному травленню.

Хімічне травлення здійснюють у суміші сірчаної і соляної кислот (3—5 % кожної) при кімнатній температурі. У випадку електрохімічного травлення деталі обробляють на аноді. Вибір електроліту і режим травлення визначається природою металу і його окислів.

З електролітичних покриттів найпоширеніші залізнення, хромування, цинкування.

Залізнення має ряд переваг перед іншими процесами електролітичного осадження металів за рахунок застосування дешевих і розповсюджених матеріалів. При цьому вихід за струмом становить 80—90 %, твердість покриття — до 7800 МПа. Є можливість одержання осадків товщиною до 2 мм.

Для гальванічного осадження заліза застосовують два види електролітів, які розрізняються за температурою процесу — холодні і гарячі.

Гарячі електроліти (понад 50 °С) потребують більшої витрати енергії для підтримання високої температури, частого їх коректування, відведення шкідливих випаровувань тощо. Однак вони широко використовуються для відновлення деталей завдяки високій продуктивності процесу.

Холодні електроліти (менше 50 °С) не мають вказаних недоліків і до того ж стійкіші до окислення.

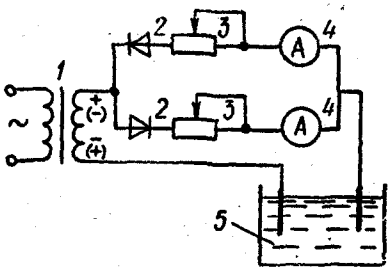
Гарячі електроліти за складом ділять на три групи: хлористі, сірчанокислі та змішані. Частіше всього використовують хлористий електроліт, до складу якого входить хлористе залізо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ — 200—500 г/л і хлористий натрій $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ — 100 г/л. Застосування хлористих електролітів дозволяє одержати щільні дрібнозернисті осадки товщиною до 1,5—2 мм із стійкістю проти зношування, близько до стійкості загартованої сталі. Такі електроліти дозволяють значно (до 60 А/дм^2) підвищити щільність струму, а при доведенні їх до температури 90—95 °С — одержати пластичні покриття з невеликими внутрішніми напругами.

Властивість покриттів (твердість, в'язкість, стійкість проти зношування) можна змінювати у широких межах за рахунок зміни складу електроліту і його кислотності, щільності струму, температури електроліту. При малій щільності струму і високих температурах одержуються дрібнозернисті в'язкі покриття. Твердість покриттів підвищується при підвищенні щільності струму або зниженні температури, такий же вплив має і зменшення концентрації хлорного заліза в електроліті.

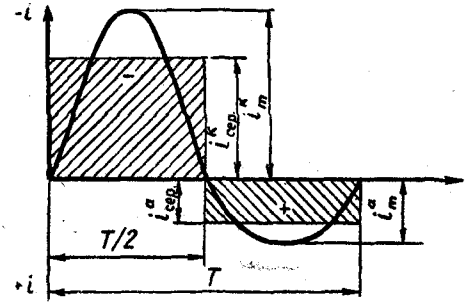
Досить ефективним і перспективним у ремонтному виробництві є залізнення на асиметричному струмі у холодному електроліті, до складу якого входить сірчанокисле залізо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ — 200 г/л і хлорне залізо — 150—250 г/л. Перевагою цього способу є можливість одержання осадків заліза різної твердості без зміни складу електроліту і його температури, відсутність процесу підігрі-

вання електроліту, поліпшення умов праці за рахунок зниження кількості випаровувань з поверхні електроліту. Схема установки для залізнення на асиметричному змінному струмі наведена на рис. 3.28.

Основні фактори, які впливають на властивості осадів заліза з холодних хлорних електролітів при використанні асиметричного



3.28. Схема установки для залізнення на асиметричному змінному струмі:
1 — знижувальний трансформатор; 2 — діоди ВК-50; 3 — реостати; 4 — амперметри; 5 — гальванічна ванна



3.29. Форма асиметричного струму:
$i^{к}_{сер}$, $i^{а}_{сер}$ — середній струм відповідно катодний і анодний; $i^{к}_{m}$, $i^{а}_{m}$ — амплітудний струм відповідно катодний і анодний

змінного струму — катодна щільність струму $D_к$ і коефіцієнт асиметрії β, визначені за формулами:

$$D_к = i_{сер}/S_к; \qquad (3.30)$$

$$\beta = i^{к}_{сер}/i^{а}_{сер}, \qquad (3.31)$$

де $i^{к}_{сер}$, $i^{а}_{сер}$ — середні значення (рис. 3.29) за період відповідно катодного і анодного імпульсів струму, А; $S_к$ — площа катоду, дм^2.

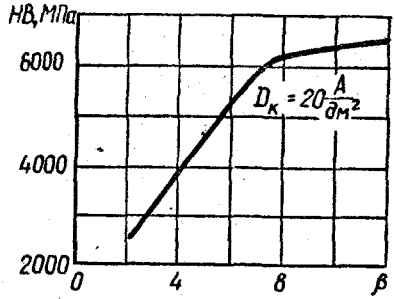
Залежність твердості осадів заліза від коефіцієнту асиметрії і щільності струму наведена на рис. 3.30.

Для залізнення застосовують аноди з маловуглецевої сталі. Відношення площі анодів до площі поверхні деталі (катоду) приймають 2 : 1. У процесі електролізу аноди розчиняються, утворюється шлам, який засмічує електроліт, тому аноди рекомендують покривати чохлами із склотканини.

Електролітичне нарощування зношених поверхонь великогабаритних корпусних деталей і деталей складної конфігурації, наприклад розподільних валів, викликає утруднення при ізоляції місць, що не підлягають покриттю, необхідність мати ванни великого розміру тощо. Для таких деталей рекомендують застосовувати позаванне залізнення (рис. 3.31), суть якого полягає в тому, що у зоні нанесення покриття утворюється місцева ванна.

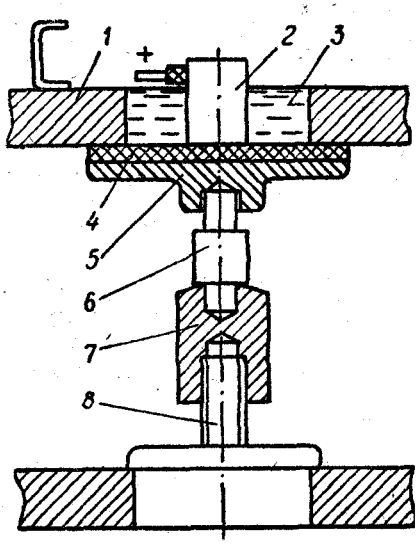
Підвищити продуктивність процесу електролізу можна за рахунок застосування високих щільностей струму і ведення осадження металу в проточному електроліті, тобто під час руху електролі-

3.30. Залежність твердості осадів від коефіцієнту асиметрії



3.31. Схема нарощування поверхні отвору позаванним залізненням:

1 — деталь; 2 — анод; 3 — електроліт; 4 — гумова прокладка; 5 — диск; 6 — упорний стержень; 7 — гайка; 8 — гвинт



ту відносно поверхні деталі. У цьому випадку необхідна спеціальна установка, яка включає насос і систему трубопроводів для подачі електроліту, аноди спеціальної форми, що враховують форму відновлюваної поверхні деталі. При цьому аноди розміщуються всередині нарощуваної поверхні, а в простір між анодом і деталлю за допомогою насоса безперервно подається електроліт.

Для позаванного залізнення (наприклад, отворів у чавунних корпусах коробок передач) рекомендують використовувати висококонцентрований електроліт складу: 700 г/л $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ і 50 г/л $MnCl_2 \cdot H_2O$, процес вести на асиметричному змінному струмі на режимі: $T_к = 120$ с, $T_а = 12$ с, $D_к = D_а = 40—60$ А/дм², $t = 80$ °С. За таких умов одержують якісне покриття товщиною до 1,3 мм при середній швидкості осадження металу 0,30—0,32 мм/год.

Поверхні деталей, покритих гладеньким електролітичним залізом, не мають достатньої змочуваності мастильними матеріалами, в зв'язку з чим підвищується інтенсивність їх зношування. Для усунення цього недоліку проводять пористе залізнення за допомогою анодного травлення. Покриті залізом деталі після механічної обробки вдруге поміщають в електроліт як анод. Процес травлення ведуть на режимі: $D_а = 25—35$ А/дм², $t = 75—80$ °С, тривалість — 3—5 хв. В результаті такої обробки сітка тріщин на поверхні осаду заліза перетворюється в сітку каналів, які є резервуарами для утримання мастила на робочій поверхні деталі.

Хромування надає деталям стійкості проти зношування, корозії, а також гарний зовнішній вигляд. Поряд з цим процес хромування малопродуктивний і має високу собівартість.

Для хромування найчастіше застосовують електроліти, які складаються з хромового ангідриду CrO_3 і сірчаної кислоти H_2SO_4, розчинених в дистильованій воді.

Всі види хрому можна отримати на різних режимах в одному універсальному електроліті, який складається з 250 г/л CrO_3 і 2,5 г/л H_2SO_4.

Захисно-декоративні осади хрому можна отримати з наведеного вище електроліту при щільності струму $D_к=7—30$ А/дм² і температурі електроліту $t=35—50$ °С.

Крім універсального, існує ряд інших електролітів — саморегулюючий, тетрахроматний тощо.

Саморегулюючий електроліт має властивості автоматичного підтримання концентрації іонів SO_4 і SiF_6, у зв'язку з чим його коректування проводять рідше. До складу такого електроліту входять: хромовий ангідрид — 200—300 г/л, сульфат стронцію — 6,5—7,0 г/л, кремнієфторид калію — 18—20 г/л. Режим процесу хромування: щільність струму $D_к=50—100$ А/дм², температура електроліту $t=50—70$ °С.

Тетрахроматний електроліт дозволяє вести процес електролізу при кімнатній температурі. Склад електроліту, г/л: хромовий ангідрид — 350—400, сірчана кислота — 2,0—2,5 каустична сода — 40—60, цукор або глюкоза — 1—2. Режим процесу: щільність струму $D_к=10—80$ А/дм², температура електроліту $t=20$ °С.

З універсального електроліту, змінюючи щільність струму і температуру, можна одержати блискучі, молочні і матові (сірі) осадження.

Блискучі осадження одержують при $t=55$ °С і $D_к=35—70$ А/дм². Вони рекомендуються для нарощування деталей, що працюють при питомих навантаженнях до 2,5 МПа (сухе тертя) і 3,9—4,9 МПа (рідинне тертя).

Анодним травленням блискучого осадження у хромовому електроліті при $D_к=30—40$ А/дм² можна одержати пористе покриття хрому, яке використовується для відновлення деталей, що працюють в умовах граничного тертя.

Молочні осадження одержують при $t=60$ °С і вище, $D_к=25—35$ А/дм². Вони характеризуються доброю змочуваністю і достатньою в'язкістю. Рекомендуються для нарощування деталей, що працюють при питомому тиску 7,8—9,8 МПа і як антикорозійне покриття.

Матові (сірі) осадження хрому одержують при високій щільності струму $D_к=70—100$ А/дм² і температурі $t=35—50$ °С. Вони мають велику твердість та крихкість, низьку стійкість проти зношування.

Анодами при хромуванні є пластини з чистого свинцю або сплаву свинцю з 5 % сурми. Відношення площі анодів до площі катодів приймають від 1 : 1 до 2 : 1.

Пористе хромування. Електролітичні гладенькі осадження хрому характеризуються незадовільними змочуваністю маслами і припрацюванням, що обмежує їх застосування у ремонтному виробництві.

Для підвищення стійкості в умовах граничного тертя використовують осадження пористого хрому, які можна одержати електролітичним, хімічним і механічним способами.

Електролітичний спосіб грунтується на анодному травленні покриттів хрому, які мають мікроскопічну сітку тріщин. У цьому випадку можна отримати пористість двох видів: канальну і точкову (вісповидну). За однакової інтенсивності анодного травлення об'єм точкових пор перевищує об'єм канальних більш як у 3 рази. Тому осадження з точковою пористістю частіше застосовують для деталей, які працюють в умовах недостатнього мащення і високих температур (наприклад, для поршневих кілець).

Хімічний спосіб полягає у розширенні і поглибленні мікротріщин шляхом травлення хромових покриттів у соляній або сірчаній кислоті. Цей спосіб малопродуктивний і не отримав широкого застосування в умовах ремонтного виробництва.

Механічний спосіб одержання пористих осаджень полягає в попередньому (перед хромуванням) формуванні шорсткості поверхні деталі накатуванням, віброобкатуванням, піскоструминною обробкою тощо. Осаджуваний шар хрому копіює попередньо створений рельєф, утворюючи таким чином пористу поверхню, яка добре утримує мастило, що сприяє суттєвому підвищенню стійкості відновлюваних деталей проти зношування.

Міднення застосовують для відновлення зовнішнього діаметра бронзових втулок і утворення підшару під час нікелювання тощо.

Електроліт для міднення складається з сірчанокислої міді $CuSO_4$ (200—250 г/л) і сірчаної кислоти H_2SO_4 (50—75 г/л). Покриття наносять при щільності струму $D_к=2—4$ А/дм^2, температурі електроліту $t=20$ °С. Вихід за струмом становить 98—100 %. Анодом є пластини з міді М1 і М2.

Нікелювання як основне покриття інколи застосовують для захисту деталей від корозії і з декоративною метою, а частіше — як підшар при декоративному хромуванні.

Електроліт для нікелювання складається із (г/л): сірчанокислого нікелю $NiSO_4$ (140), сірчанокислого натрію Na_2SO_4 (50), борної кислоти H_3BO_3 (25), хлорного натрію NaCl (5), сірчанокислого магнію $MgSO_4$ (10). Процес ведуть при щільності струму $D_к=0{,}5—5$ А/дм^2 і температурі електроліту $t=20$ °С. Вихід за струмом 90—95 %.

Тверді і стійкі нікелеві покриття одержують з електроліту такого складу: щавлевокислого амонію — 300 г/л, сірчанокислого нікелю — 140 г/л, хлорного натрію — 10 г/л. Режим електролізу: щільність струму $D_к=10$ А/дм^2, температура електролі-

ту $t=75—82$ °С. Аноди (розчинні) виготовляють із нікелю Н-1.

Хімічне нікелювання виконується без застосування електричного струму. Воно призначене для одержання твердих і стійких проти зношування покриттів. Основна перевага хімічного нікелювання — можливість нанесення рівномірно по товщині осаду на поверхні виробів складного профілю.

Технологічний процес відновлення деталей хімічним нікелюванням включає механічну обробку, ізоляцію поверхонь, які не підлягають покриттю, миття і знежирювання, хімічне травлення, промивання водою, нікелювання і кінцеве промивання водою. Для хімічного нікелювання рекомендують такий склад розчину, г/л: сірчанокислий (хлорний) нікель — 20—30, гіпофосфат натрію — 15—25, янтарнокислий (оцтовокислий) натрій — 10—12. Осадження ведуть при температурі 90—92 °С, pH = 4,5—5,5.

Основним недоліком, який перешкоджає широкому впровадженню хімічного нікелювання у виробництво, є зміна складу розчину за часом у процесі нікелювання, що призводить до зниження інтенсивності осадження нікелю аж до повного припинення процесу. Добру якість осадження можна одержати тільки у свіжоприготовленому розчині.

Електролітичне осадження металів натиранням доцільно застосовувати при відновленні посадочних місць валів і осей, а також для нанесення покриттів на поверхні отворів під підшипники у корпусних деталях. Суть способу полягає в тому, що анод — вугільний стержень, покритий тампоном з вати або сукна, до якого підводиться електроліт, переміщується відносно нарощуваної поверхні.

Тампон (анод), просочений електролітом, при контактуванні з поверхнею деталі (катодом) утворює маленьку ванночку, в якій проходять всі електрохімічні процеси, властиві гальванічному виділенню металу.

Відносне переміщення аноду (катоду) перешкоджає росту кристалів покриттів, що сприяє зниженню їх внутрішніх напруг і дозволяє підвищити щільність струму до 150—200 А/дм². Покриття при цьому одержують дрібнозернисте з підвищеною твердістю.

Технологічний процес електролітичного натирання включає в себе попередню механічну обробку, знежирювання, промивання гарячою і холодною водою, травлення (декапірування) з наступним промиванням водою і нанесення покриття.

Електролітичне натирання може бути застосоване для покриття поверхонь цинком, міддю, нікелем, залізом, хромом.

Для відновлення, наприклад нерухомих з'єднань, застосовується залізнення електронатиранням. Для цього рекомендують використовувати електроліт, який містить 600 г/л хлорного заліза ($FeCl_2 \cdot 4H_2O$) з кислотністю pH = 1. Катодна щільність струму $D_к = 200$ А/дм², колова швидкість деталі — 20 м/хв.

3.11. ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полімерні матеріали поділяються на дві групи: термопластичні (термопласти) і термореактивні (реактопласти).

Термопласти під дією тепла у процесі переробки плавляться, а при охолодженні твердіють. При цьому в них не відбуваються хімічні реакції. Під час повторного нагрівання вони знову переходять у пластичний стан, але їх фізико-механічні властивості погіршуються.

З термопластів у ремонтному виробництві використовують поліамідні смоли, які добре працюють в умовах тертя ковзання після нанесення їх на поверхню деталі тонким шаром (до 0,2—0,7 мм). Застосовують термопласти для ремонту і виготовлення деталей.

Реактопласти під дією тепла при переробці спочатку розм'якшуються і частково плавляться, а потім у результаті хімічних реакцій переходять у неплавкий — твердий і нерозчинний стан (процес незворотний).

З реактопластів найпоширеніші епоксидні смоли з добавками різних компонентів, які забезпечують задані властивості композиції. Реактопласти застосовують для зароблювання тріщин і пробоїн у корпусних деталях, склеювання тощо.

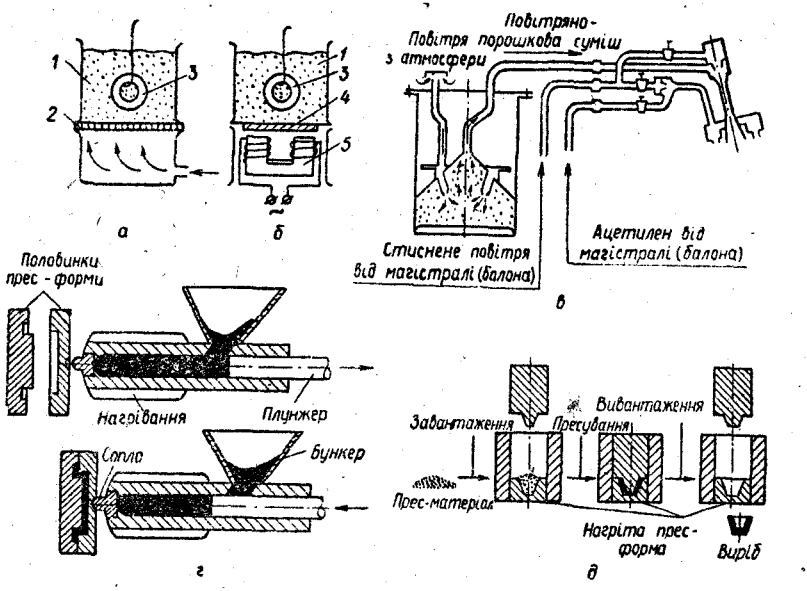
Нанесення тонкошарових покриттів у псевдостиснутому шарі використовують для відновлення зношених поверхонь деталей, хімічного і антикорозійного захисту, поліпшення антифрикційних властивостей поверхонь тертя, створення електро- і теплоізоляції, а також для декоративних цілей.

Суть процесу полягає в тому, що нагріту деталь до температури на 30—50 °С вище температури плавлення полімера занурюють на деякий час у завислий, так званий псевдостиснутий шар полімерного порошку.

Частинки порошку, які знаходяться у завислому стані, осідають на поверхню нагрітої деталі і, оплавлюючись, перетворюються у рівномірне покриття. Псевдостиснутий шар одержують вихровим або вібраційним способом (рис. 3.32 а, б). При вихровому способі порошок набуває властивості киплячої рідини під дією стиснутого повітря, а при вібраційному — за рахунок вібрації гумового дна камери.

Перед нанесенням полімерного покриття деталі із зносом до 0,2 мм зачищають шліфувальною шкуркою, а більше 0,2 мм — піддають механічній обробці. Поверхні чавунних деталей знежирюють технічним ацетоном, а стальні деталі для кращої адгезії полімеру фосфатують у киплячому розчині простого суперфосфату протягом 5—10 хв.

Після нанесення покриття проводять термообробку, потім деталь на 10 хв занурюють у ванну з нагрітим до 100—120 °С мас-



3.32. Схеми нанесення полімерних матеріалів:

а, б — відповідно вихровий і вібраційний способи нанесення покриттів: 1 — камера з порошком полімеру; 2 — пориста перегородка; 3 — деталь; 4 — гумова діафрагма із залізною пластиною; 5 — електромагніт; *в* — схема роботи установки для газополуменевого напилювання полімерних покриттів; *г* — схема лиття під тиском; *д* — схема переробки термоактивних матеріалів методом пресування

лом Дп-11 і охолоджують її на повітрі. Охолоджену деталь при необхідності піддають механічній обробці.

При нанесенні полімерних матеріалів у псевдостиснутому шарі застосовують порошкоподібні полімери з розміром частинок 0,1—0,15 мм (капрон, полікапромід, порошкові епоксидні композиції ЕП-49А, П-ЕП-177, П-ЕП-91 тощо) і установки А67М та КИМС-223М.

Якість покриттів, отриманих у псевдостиснутому шарі, визначають візуально. Раковини, тріщини, пори і відшарування від металічної поверхні не допускаються. Товщину покриття перевіряють електромагнітними товщиномірами ЕМТ-2М, *MSM*1 або *MSM*2.

Нанесення покриттів газополуменевим способом використовується для вирівнювання нерівностей на деталях кабін, оперенні і облицюванні тракторів та автомобілів, нанесення на поверхні деталей електро- і теплоізоляційних, декоративних і захисних покриттів.

Суть способу полягає в тому, що струмінь повітря із зависли-ми у ньому частинками порошкового полімеру пропускають через факел ацетиленового полум'я. При температурі 650—700 °С і вище полімерний матеріал внаслідок значної швидкості проходження через зону полум'я (20—30 м/с) розм'якшується до пластичного

стану і при ударі по підготовленій поверхні деталі зчіплюється з нею, утворюючи суцільне полімерне покриття.

Найчастіше для газополуменевих покриттів застосовують поліетилен, полістирол, композиції на основі полівінілбутираля ПФН-12 і ТПФ-37 тощо.

Покриття наносять за допомогою установок типу УПН-6-63 або УГПЛ-П (рис. 3.32, в).

Покриття, одержане газополуменевим напиленням, повинно бути щільним, без бульбашок і нерівностей. Відшарування нанесеного покриття не допускається.

Ремонт і виготовлення деталей з термопластичних полімерних матеріалів литтям під тиском або пресуванням застосовують для одержання покриттів на зношеній поверхні деталі з достатньо високим ступенем точності, а також для виготовлення нових і ремонтних деталей.

Технологія виготовлення деталей литтям під тиском така. Полімерний матеріал, попередньо розплавлений і нагрітий на 50—70 °С вище точки плавлення в інжекційному циліндрі ливарної машини, подається плунжером або черв'яком (шнеком) в оформлюючі гнізда ливарної прес-форми під тиском 10—20 МПа (рис. 3.32, г). Попередньо прес-форму підігрівають до 80—100 °С. Застигаючи у гніздах під тиском, полімерний матеріал набуває конфігурації виробу. Після застигання виробу ливарна прес-форма розкривається і виріб разом з ливником виштовхується з формуючої порожнини. Інжекційний механізм повертається у вихідне положення і весь цикл лиття повторюється. Процес формування матеріалу у виріб протікає дуже швидко — за 20—30 с.

Перед нанесенням полімерного покриття на зношену деталь проводять відповідну підготовку поверхні, аналогічну при нанесенні матеріалу в псевдостиснутому шарі. Потім встановлюють деталь у прес-форму, оформлююча порожнина якої має розміри, які відповідають розмірам ремонтованої деталі з урахуванням усадки полімерного матеріалу. Потім подають полімерний матеріал. Параметри процесу залишаються такими ж, як і при литті деталі.

Після виготовлення або відновлення деталей зачищають шви, видаляють облой, ливниковий прибуток і проводять термообробку у маслі.

Основними полімерними матеріалами, які застосовуються при литті під тиском, є: поліаміди ПА-610, П-66, П-12Л; поліетилен високого і низького тиску; поліпропілен; полістирол ударостійкий; поліформальдегід тощо.

Для лиття полімерних матеріалів під тиском застосовуються: горизонтальні ливарні машини типу Д3127-48, Д3328-100 і вертикальні ливарні машини типу ПЛ-71.

Контроль якості і розмірів деталей проводиться через 24 год після лиття під тиском. При цьому на поверхні покриття або де-

талі не допускаються хвилястості, раковини, тріщини, пори, бульбашки і втягування.

З термореактивних полімерних матеріалів на ремонтних підприємствах методом пресування виготовляють такі деталі, як рукоятки, втулки, ковпачки, шестерні, крилатки, а також ними відновлюють зношені поверхні деталей з товщиною покриття до 5 мм. Цей спосіб полягає у тому, що прес-матеріал у вигляді порошку або таблеток завантажують у нагріту до 150—210 °С прес-форму і нагрівають під тиском (15—70 МПа). Режими, у межах наведених інтервалів, залежать від матеріалу порошку (рис. 3.32, д). Полімер, розм'ягчуючись і розтікаючись по внутрішній порожнині прес-форми, приймає її конфігурацію, потім затвердіває. Тиск преса знімають, розбирають прес-форму і виймають готовий виріб. У цьому випадку застосовують прес-порошок загального призначення 01-030-02, удароміцний прес-порошок У4-080-02, прес-порошки для автотракторних деталей Е7-361-73, Е8-361-73, Е10-342-63 тощо.

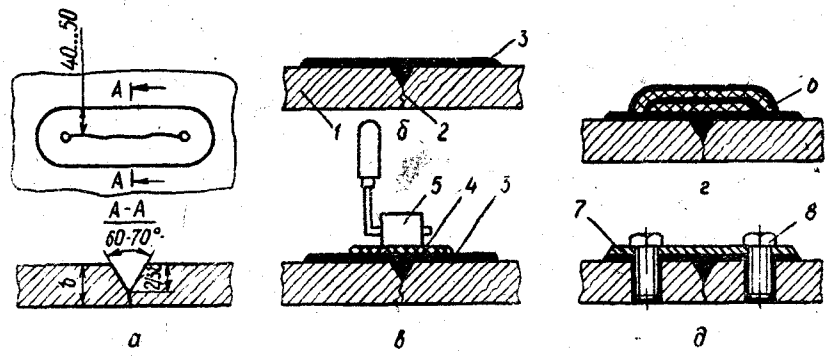
Пресування проводять на рамних пресах верхнього тиску з індивідуальним приводом типу ДБ-2424Б, ДБ-2428, П472Б, П474А.

Контроль якості виготовлених і відновлених деталей здійснюється шляхом зовнішнього огляду і вимірювання розмірів. Поверхня деталі не повинна мати тріщин, сколів, задирок і недопресувань. Виріб повинен мати блискучу і гладеньку поверхню.

Зароблювання тріщин із застосуванням полімерних матеріалів використовують для ремонту блоків і головок блока циліндрів, картерів коробок передач, корпусів задніх мостів, баків та інших деталей. При цьому користуються епоксидними смолами ЕД-16 і ЕД-20, які затвердівають під дією затвердника. Для підвищення еластичності і ударної міцності смоли до її складу вводять пластифікатори. Крім того, до складу епоксидної композиції додають наповнювач, за допомогою якого поліпшуються фізико-механічні або антифрикційні властивості, підвищується теплостійкість, теплопровідність і знижується вартість.

Епоксидну композицію готують за два етапи — спочатку послідовно змішують нагріту до 60—80 °С епоксидну смолу, пластифікатор і наповнювач. Цей склад можна зберігати тривалий час. А безпосередньо перед нанесенням композиції на деталь вводять затвердник і використовують її протягом 20—25 хв.

Для зарівнювання тріщин засвердлюють її кінці і обробляють кромки (рис. 3.33, а). Поверхню тріщини зачищають з обох боків до металічного блиску і знежирюють ацетоном. Тріщини довжиною до 20 мм зарівнюють шаром епоксидної композиції товщиною на 3 мм вище поверхні (рис. 3.33, б). При довжині тріщини 20—150 мм її зарівнюють з укладанням двох шарів накладок із склотканини. Перший шар повинен перекривати тріщину на 20—25 мм,



3.33. Схеми ремонту тріщин епоксидною композицією:

а — розроблювання тріщин під заробку епоксидною композицією; б — нанесення першого шару епоксидної композиції; в — накладання накладки на тріщину і прикочування роликом; г — нанесення епоксидної композиції на другу накладку; д — зароблювання тріщини при її довжині понад 150 мм; 1 — деталь; 2 — тріщина; 3 — епоксидна композиція; 4, 6 — накладки із склотканини; 5 — ролик; 7 — металічна накладка; 8 — болт

другий — на 10—15 мм (рис. 3.33, в, г). Накладки прикочують роликами і покривають шарами епоксидної композиції.

На тріщини довжиною більше 150 мм наносять епоксидну композицію з накладанням металічної латки і закріпленням її болтами (рис. 3.33, д).

Процес затвердіння композиції при температурі 18—20 °С триває 72 год, при 40 °С — 48, при 60 °С — 24 при 80 °С — 5, а при 100 °С — 3 год без прикладання зусиль.

Роботи, пов'язані з підготовкою поверхні, приготуванням і нанесенням епоксидного матеріалу, проводять тільки у витяжній шафі (наприклад, типу ОП-2078).

Якість зарівнювання тріщини і пробоїни перевіряють лупою 8—10-кратного збільшення. Покриття повинно бути рівномірним, без тріщин, пор і відшарування композиції від поверхні деталі. При необхідності проводяться гідравлічні випробування відремонтованої деталі.

Одним із прогресивних способів зарівнювання тріщин є клеєзварювальний спосіб. Він грунтується на використанні контактного точкового зварювання і склеювання. Поверхню деталі готують механічним способом і знежирюють. Кінці тріщин засверлюють. Виготовляють стальну накладку товщиною 1—2 мм, залежно від товщини стінки деталі. На підготовлену поверхню наносять епоксидну композицію певного складу. Знежирену накладку встановлюють на клейову основу і приварюють точковим електроконтактним зварюванням не суцільним швом, а точками. Нагрівання відновленої поверхні, яке відповідає точковому зварюванню, поліпшує полімеризацію епоксидної композиції, яка завершується через 5—6 год. Даний спосіб забезпечує формування з'єднання з граничною міц-

ністю на розтягування 169—178 МПа. У зварювальних машинах для цього способу використовують зварювальні кліщі з джерелом живлення типу К-264 і К-243В.

Застосування синтетичних клеїв. Одним з найвідоміших технологічних процесів з використанням клеїв є наклеювання антифрикційних накладок на гальмівні колодки і диски зчеплення.

Суть процесу приклеювання розглянемо на прикладі ремонту гальмових колодок. Зношені гальмові накладки видаляються з поверхні колодок. Після цього колодки зачищають до металічного блиску, знежирюють ацетоном і сушать протягом 10 хв. Нові фрикційні накладки зашкурюють і знежирюють. На спряжені поверхні колодок і гальмових накладок наносять перший шар клею ВС-10Т товщиною 0,1—0,2 мм, після чого деталі витримують 15—20 хв. У шарі клею не повинно бути бульбашок повітря, води, масла і бруду. Другий шар наносять так, як і перший. Підготовлені колодки і накладки встановлюють у пристрої типу ОП-1468-13-070, який забезпечує притискання поверхонь з питомим тиском 0,2—9,5 МПа. Зміщення накладок відносно колодок допускається не більше 0,5 мм. Затиснуті у пристрої колодки і накладки витримують у термошафі при 180±10 °С протягом 1—2 год, після чого охолоджують із шафою до 70—100 °С з наступним охолодженням на повітрі.

Для склеювання антифрикційних матеріалів з металічними деталями, які працюють в інтервалі температур 60—200 °С, використовують клей на основі модифікованих фенолоформальдегідних смол ВС-10Т, ВС-350, БФТ-52, ГИПК 11-10.

Якість склеювання перевіряють остукуванням диску зчеплення молотком. Гальмові колодки після склеювання обов'язково випробовують на зсув у спеціальному пристрої. Зусилля зсуву повинно бути не менше 17 МПа.

Використання герметиків і рідких прокладок. У процесі експлуатації сільськогосподарських машин відбувається послаблення посадок у з'єднаннях і самовідгвинчування різьбових з'єднань. З метою фіксації і ущільнення циліндричних і різьбових з'єднань застосовують анаеробні герметики «Унітерми» (УГ-7, УГ-8, УГ-9) і «Анатерми» (АН-6, АН-103 і АН-104), які наносять на знежирену охоплювальну і охоплювану поверхні деталі з наступним складанням спряження. Спряження можна експлуатувати через 4—6 год.

Для ущільнення спряжених поверхонь деталей за наявності підтікання палива, мастила і води застосовують герметики і рідкі прокладки: «Еластосил 137-83», «Компаунд КЛТ-75Т», ущільнювальну рідку прокладку ГИПК-244, еластомір ГЕН-150(В) та інші. Вказані прокладки наносять товщиною 1—3 мм на одну із очищених і знежирених поверхонь спряжених деталей. Складання з'єднань здійснюють через 20 хв.

3.12. КОМПЕНСАЦІЯ ЗНОШЕНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

Ремонт (відновлення) деталей пластичним деформуванням грунтується на здатності металів змінювати свою форму під тиском. Пластичне деформування можливо при нагріванні деталей і без нього.

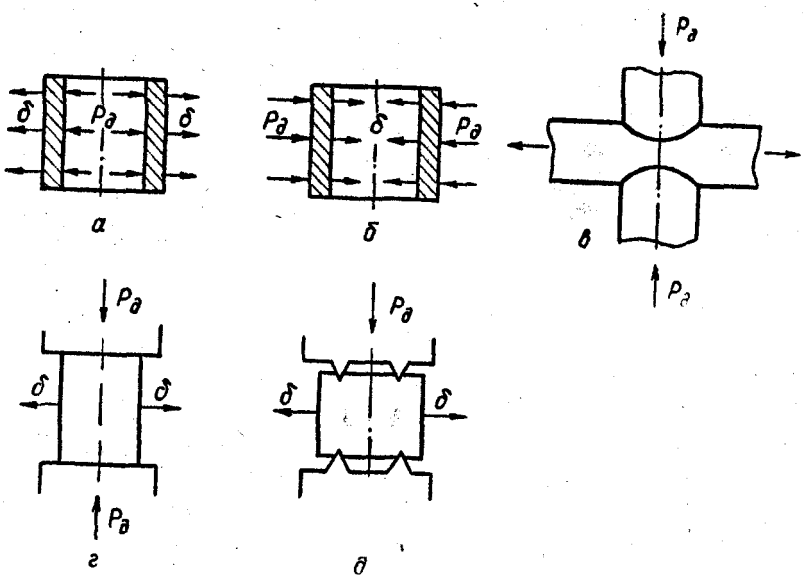
Без нагрівання необхідно прикладати великі навантаження, структура металу не змінюється, але зменшується в'язкість і підвищується твердість. Прикладені навантаження можуть бути значно зменшені, якщо деталь нагріти до температури, яка дорівнює 0,8—0,9 температури плавлення, що призводить до зміни структури і механічних властивостей матеріалу.

Ремонт деталей пластичним деформуванням має ряд переваг: простий, нетрудомісткий, якісний і не потребує застосування додаткових матеріалів. До недоліків способу відносяться: зміна механічних властивостей деталі, витрати на нагрівання і порушення термообробки під час нагрівання, можливість з'явлення тріщин, особливо при деформуванні деталей у холодному стані, а також необхідність виготовлення спеціальних штампів. Як правило, спосіб пластичного деформування використовується для компенсації невеликих зносів, які не потребують значних переміщень металу. На практиці застосовують такі види ремонту (відновлення) деталей пластичним деформуванням: роздавання, обтискання, витягування, осадження, вдавлювання.

Роздавання застосовується для відновлення геометричної форми і розмірів деталі при зношуванні зовнішньої поверхні. Під час роздавання напрямок прикладеної сили $P_д$ (рис. 3.34, а) збігається з напрямком деформації δ. Спосіб застосовується при відновленні деталей типу втулок, порожнистих пальців, шліцьових валів.

Технологічний процес ремонту полягає у продавлюванні через отвір деталі кульки або спеціального пуансона. Цей вид пластичного деформування широко застосовується для ремонту поршневих пальців тракторних двигунів. Пальці піддають високому відпуску, потім продавлюють пуансон через внутрішній отвір пальця. Діаметр пуансона повинен бути вибраний відповідно до внутрішнього діаметра отвору у пальці і забезпечувати при цьому припуск на механічну обробку зовнішньої поверхні пальця у межах 0,1 мм. Потім поршневий палець загартовують і відпускають, а при необхідності — цементують, шліфують і перевіряють твердість. За допомогою магнітної дефектоскопії визначають наявність тріщин.

Тонкостінні поршневі пальці, втулки, а також деталі з кольорових металів роздають без відпуску, але, контролюючи якість ремонту, обов'язково перевіряють на відсутність тріщин.



3.34. Схеми компенсації зношеного шару пластичним деформуванням:
а — роздавання; б — обтискання; в — витягування; г — осадження; д — вдавлювання

Обтискання відрізняється від роздавання напрямком прикладеної сили і деформації (рис. 3.34, б) і застосовується для компенсації зношеного шару внутрішньої поверхні деталі.

Спосіб пластичного деформування обтисканням застосовується при ремонті деталей, для яких зменшення зовнішніх розмірів не має значення (наприклад, корпус насоса гідросистеми) або під час ремонту деталей, зовнішня поверхня яких піддається відновленню іншими способами, наприклад ремонт підшипника вала турбокомпресора. Підшипник обтискають, внутрішню поверхню обробляють протягуванням, а на зовнішню поверхню наплавляють металічну стрічку електроконтактним способом, а потім шліфують під розмір за кресленням.

Витягування грунтується на тому, що напрямки прикладеної сили і деформації не збігаються (рис. 3.34, в). Витягування застосовують для подовження тяг, стержнів, штанг та інших деталей. Компенсація довжини деталі відбувається за рахунок зменшення її поперечного перерізу.

Витягування або ковальська відтяжка широко застосовуються для ремонту зношених поверхонь робочих органів грунтообробних машин (лемешів, лап культиваторів тощо).

Витягування, як правило, проводять із нагріванням деталі до 800—1200 °С.

Осадження за напрямком прикладеної сили і деформації подібне до витягування (рис. 3.34, г). Цей вид пластичного деформування використовується для ремонту деталей із зношеною зовнішньою і внутрішньою поверхнями. Компенсація зносу відбувається за рахунок зменшення довжини деталі. Прикладом використання цього виду пластичного деформування може бути ремонт втулок верхньої головки шатуна. При цьому втулку не випресовують із шатуна. Шатун укладають на плиту, в отвір втулки встановлюють технологічний палець із зовнішнім розміром, меншим на 0,15—0,20 мм розміру поршневого пальця за кресленням, для створення припуску на механічну обробку.

При **вдавлюванні** напрямки прикладеної сили і деформації не збігаються (рис. 3.34, д), як і під час осадження, але не змінюється довжина деталі, оскільки переміщення металу відбувається з неробочої частини деталі у зношену.

Вдавлювання застосовують для ремонту клапанів, компенсації зносу тарілок клапанів, збільшення розміру кульової поверхні пальців рульового керування і ремонту зношених шліців.

3.13. КОМПЕНСАЦІЯ ЗНОШЕНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ВСТАНОВЛЕННЯМ ДОДАТКОВИХ ДЕТАЛЕЙ

Відновлення зношеного шару робочих поверхонь та їх розмірно-точносних характеристик часто здійснюється за рахунок додаткових ремонтних деталей (ДРД), виготовлених у вигляді суцільних втулок, кілець, гільз, а також скрутних втулок. Цим способом можна відновлювати геометричні параметри циліндрів блоків останнього ремонтного розміру, гнізд клапанів, посадочні поверхні під підшипники кочення у картерах коробок передач, ведучих мостах, маточинах, корпусах масляних і водяних насосів тощо. ДРД застосовують у вигляді бандажів для відновлення зовнішніх поверхонь підтримуючих роликів і опорних котків гусеничних тракторів. Зношені різьбові отвори успішно відновлюються до нормальних розмірів встановленням вкрутнів і спіральних різьбових вставок (див. п. 3.23).

Встановлення суцільних втулок і кілець застосовується для деталей, які мають знос посадочних поверхонь.

Технологічний маршрут процесу ремонту деталей із застосуванням ДРД складається з трьох основних частин:

механічна обробка зношеної посадочної поверхні під додаткову деталь;

запресування або напресування ремонтної втулки на посадочну поверхню;

механічна обробка втулки до нормального розміру (розмір за робочим кресленням на виготовлення деталі).

Матеріал ДРД повинен відповідати матеріалу відновлюваної

деталі. Тільки для чавунних деталей втулки виготовляють із сталі. Забезпечення нерухомості ДРД на основній деталі досягається за рахунок гарантованого натягу у цьому з'єднанні або застосуванням клею, штифтів, зварювання. Можливі і комбінації даних способів.

Для встановлення втулок без гарантованого натягу механічну обробку посадочної (робочої) поверхні до нормального розміру проводять під час її виготовлення. В іншому випадку при виготовленні втулки передбачається припуск на обробку робочої поверхні до нормального розміру після запресування.

Надійність посадки з гарантованим натягом залежить від матеріалу основної деталі; матеріалу, діаметра і товщини втулки; висоти мікронерівностей поверхонь з'єднання, а також від способу запресування. Втулки виготовляються завтовшки 2—5 мм.

Дійсний натяг у нерухомому з'єднанні з прийнятою конкретною посадкою відрізняється від табличного і визначається розрахунковим шляхом за залежністю:

$$\delta_р = \delta_т - 1{,}2\,(R_{z_1} - R_{z_2}), \qquad (3.32)$$

де $\delta_т$ — табличний натяг, мкм; R_{z_1} і R_{z_2} — висота мікронерівностей поверхонь з'єднання, мкм.

Найчастіше нерухома посадка у з'єднанні ДРД — основна деталь приймається за 8 квалітетом $\frac{H8}{8}$. Табличний натяг для такої посадки, наприклад в інтервалі розмірів 50—80 мм, становить у середньому 0,1 мм. Шорсткість поверхні додаткової деталі повинна бути не нижче $R_a = 2{,}5—1{,}25$ мкм.

При запресуванні втулки без нагрівання рекомендується застосування дисульфідомолібденового мастила або машинного масла для мащення поверхонь, що полегшує запресування і захищає поверхні від задирок.

Для полегшення запресування втулки і підвищення міцності з'єднання основну деталь, якщо дозволяє її конструкція, доцільно попередньо нагріти (або охолодити ДРД), оскільки при цьому середній натяг збільшується у два рази, бо мікронерівності спряжених поверхонь практично не згладжуються, а міцність посадки збільшується у 3 рази.

При використанні способу ремонту деталей із застосуванням ДРД слід враховувати і його недоліки: збільшення кількості ланок розмірного ланцюга за рахунок проміжного елементу у робочому спряженні, теплової напруженості (ДРД у циліндрах блока двигуна погіршує відведення тепла), витрат на ремонт, необхідних для виготовлення ДРД тощо.

Вставка згорнутих втулок з наступним розвальцьовуванням застосовується, головним чином, при відновленні зношених посадочних поверхонь під підшипники і стакани підшипників кочення корпус-

них деталей. Матеріалом для згорнутих втулок є стандартизована холоднокатана стрічка нормальної точності з конструктивної сталі.

Технологічний процес ремонту посадочних отворів передбачає виготовлення заготовки згорнутої втулки, вкручування втулки із заготовки, підготовка ремонтного отвору під вкрутну втулку, її встановлення в отвір, розвальцьовування втулки і обкатування фаски. Для цього застосовується спеціальний комплект пристроїв.

Підготовчі операції для виконання технологічного процесу ремонту отворів із застосуванням згорнутих втулок потребують попередніх розрахунків, які повинні забезпечувати погодження діаметра і ширини підготовленої до встановлення згорнутої втулки в отвір і розмірів заготовки стрічки для згорнутої втулки (товщина, довжина, ширина). В розрахунках повинно бути враховано зміну ширини і довжини кола і згорнутої втулки відносно довжини заготовки внаслідок пластичного деформування, викликаного операцією розкочування.

Шорсткість поверхні отвору після обробки повинна становити $R_z = 20$ мкм.

На обробленій поверхні нарізають гвинтову канавку трикутного профілю глибиною 0,3—0,5 мм з кроком 1,5—2 мм, що забезпечує після встановлення і розвальцьовування згорнутої втулки міцність її з'єднання з основною деталлю.

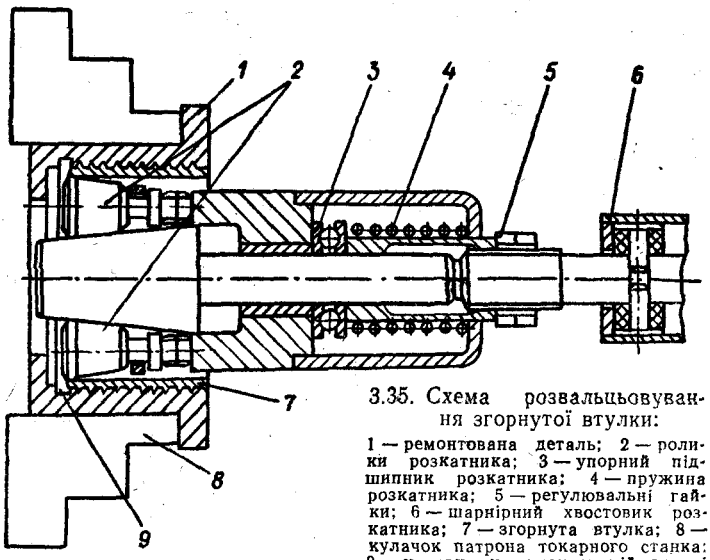
Вкрутну втулку встановлюють в оброблений отвір за допомогою спеціальної оправки. Розвальцьовування вкрутної втулки проводиться розкатником, налагодженим на певний розмір (рис. 3.35) при частоті обертання 60—300 хв$^{-1}$ і поздовжній подачі 0,10—0,34 мм/об, у середовищі емульсії або індустріального масла.

3.14. ЗАСТОСУВАННЯ ПАЯННЯ ПІД ЧАС РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ

Паянням називається процес одержання нероз'ємного з'єднання деталей або частин зруйнованої деталі шляхом введення у зазор між ними розплавленого проміжного металу або сплаву — припою, після охолодження якого утворюється міцний зв'язок.

Температура плавлення припою повинна бути нижча температури плавлення матеріалу деталей.

Під час паяння деталі нагрівають до температури, близької до температури плавлення припою, а потім розплавляють припій і заповнюють ним зазор. У паяному шві відбувається дифузія металів — атоми рідкого припою вступають у взаємодію з атомами твердого основного матеріалу. Залежно від хімічної активності припою відносно матеріалу деталі можуть утворюватись інтерметалічні з'єднання на їх межі або рідкі та тверді розчини. На проходження перерахованих процесів впливає також співвідношення температур плавлення припою і матеріалу деталей, тривалість процесу паяння, спосіб нагрівання деталей тощо.



3.35. Схема розвальцьовування згорнутої втулки:

1 — ремонтована деталь; 2 — ролики розкатника; 3 — упорний підшипник розкатника; 4 — пружина розкатника; 5 — регулювальні гайки; 6 — шарнірний хвостовик розкатника; 7 — згорнута втулка; 8 — кулачок патрона токарного станка; 9 — канавка у ремонтованій деталі

Паяння широко застосовують для ремонту радіаторів, паливних і масляних баків, штуцерів наконечників і трубок паливо- і повітропроводів, облицювання та інших деталей.

Припої. Для одержання високоякісного паяного з'єднання необхідно, щоб припій мав високу рідкотекучість, добре змочував метал напаювання, затікав у зазор між з'єднуваними поверхнями, мав коефіцієнт теплового розширення, наближений до коефіцієнту теплового розширення матеріалу деталей, і високу корозійну стійкість. Крім того, з'єднання повинно мати високу механічну міцність і пластичність.

Залежно від призначення і умов роботи припої умовно ділять на дві групи: м'які і тверді. М'які припої мають температуру плавлення до 400 °С і невелику механічну міцність, тверді — температуру плавлення більше 550 °С і дозволяють одержати з'єднання, близьке за міцністю до матеріалу деталі.

М'які припої являють собою сплави на основі олова, свинцю, сурми, вісмуту, кадмію тощо.

Основною перевагою припоїв цього типу є можливість використання для паяння простих засобів: паяльників, паяльних ламп. М'які припої добре змочують поверхні більшості металів, мають високу пластичність. Тому припої першої групи використовуються для паяння з'єднань з граничною міцністю на розрив 28—32 МПа і які працюють при порівняно низькій температурі.

Найпоширеніші легкоплавкі припої на основі олова і свинцю: ПОС-18 — для з'єднань звичайного призначення; ПОС-30 і ПОС-

40 — для паяння герметичних та інших відповідальних з'єднань; ПОС-61 і ПОС-50 — для паяння з'єднань, які у процесі роботи не повинні окислюватися.

Тверді припої мають відносно високу температуру плавлення і застосовуються для одержання міцного шару. Вони можуть працювати при високій температурі.

До припоїв другої групи відносяться мідь, срібло, нікель та сплави на їх основі.

Чисту мідь широко застосовують для паяння сталі і чавуну. Вона добре затікає у зазори і забезпечує високу пластичність і міцність паяного шва (300—350 МПа), але висока температура плавлення (1083 °С) підвищує витрати енергії і викликає структурні зміни матеріалу з'єднуваних деталей.

Найпоширеніші мідно-цинкові (латунні) припої. Із збільшенням вмісту цинку у припої знижується температура плавлення, але підвищується крихкість і зменшується міцність з'єднання. Мідно-цинкові припої плавляться при температурах 825—880 °С.

Припій ПМЦ-36 (мідно-цинковий, цифра вказує процентний вміст міді) використовують для паяння латунних виробів, ПМЦ-48 і ПМЦ-54 — для паяння міді, бронзи, сталі, чавуну. Якщо деталі піддають ударному навантаженню, то паяють латунними припоями Л62 і Л68.

Срібні припої (ПСр-12, ПСр-25, ПСр-45 тощо) дозволяють одержати високоміцні і пластичні з'єднання, але вони дуже дорогі. Ці сплави застосовують для паяння відповідальних деталей з малим електричним опором з'єднання, наприклад, контактів електрообладнання.

Алюмінієві припої використовують для паяння деталей з алюмінію. Припій марки 35А має підвищену міцність, а 34А плавиться при менших температурах.

Флюси призначені для захисту поверхні основного металу і припою від окислення, розчинення і видалення окисної плівки, поліпшення умов змочування поверхні деталі припоєм. Температура плавлення флюсу повинна бути нижча температури плавлення припою.

При паянні м'якими припоями флюсами можуть бути водні розчини хлорного цинку ($ZnCl_2$) і хлорного амонію (NH_4Cl). Для паяння міді, наприклад дротів, використовують каніфоль.

Під час паяння твердими припоями як флюси використовують буру і суміш бури з борною кислотою та борним ангідридом. Для паяння алюмінію застосовують флюси Ф 5, Ф 134 тощо.

Особливості технології паяння. Перед паянням з'єднувані поверхні деталей старанно очищають від бруду, окислів і жирових плівок механічним або хімічним способом (травлення у розчині сірчаної кислоти).

Паяння м'якими припоями виконують ручними паяльниками. Поверхні змочують флюсом, а потім за допомогою паяльника рівномірно тонким шаром наносять припій.

При паянні твердими припоями деталі нагрівають полум'ям газового пальника або використовують муфельні печі, горни або інші джерела тепла. Нагріті до температури плавлення припою поверхні деталі посипають флюсом. Потім заповнюють зазор між деталями припоєм.

Основними перевагами паяння є незначне нагрівання металу з'єднуваних деталей, зберігання точної форми, розмірів, хімічного складу і структури. Крім того, не потрібно зачищати шви. При необхідності з'єднання можна знову нагріти, розпаяти і замінити одну з деталей.

3.15. ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ТЕРМІЧНОЮ І ХІМІЧНО-ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Термічна і хімічно-термічна обробка відносяться до операцій, які забезпечують задані фізико-механічні властивості матеріалу деталей.

Існують низько- (без фазової перекристалізації) і високотемпературні (із фазовою перекристалізацією) режими термічної і хіміко-термічної обробки.

Велика кількість деталей машин, що виготовляються на машинобудівних заводах, піддаються високотемпературній термічній обробці для забезпечення необхідних властивостей: міцності, пластичності, ударної в'язкості, твердості, стійкості проти зношування.

В умовах ремонтного виробництва використання високотемпературних методів термічної і хімічно-термічної обробки обмежене і можливе лише в умовах ремонтного спеціалізованого виробництва. У цьому випадку для підвищення пластичності і міцності використовується поліпшення, нормалізація і загартування з нагріванням вище Ac_3 і відпусканням (500—650 °С), а для підвищення твердості робочої поверхні — загартування СВЧ. У ряді випадків для зміцнення робочої поверхні деталей і стійкості проти корозії використовують хімічно-термічну обробку: цементацію (насичення вуглецем при 920—950 °С) у твердому карбюризаторі; азотування (насичення азотом, нагрівання в аміаці або рідких середовищах при 500—570 °С); ціанування у розплавлених шарах NaCN (20—25 %), NaCl (25—50 %), Na_2CO_3 (25—50 %) при 820—860 °С; нітроцементацію у газовому середовищі (навуглецьовувальний газ і аміак при 850—860 °С).

При всіх видах поверхневого загартування забезпечується зміцнений шар глибиною не менше 2—4 мм, а твердість залежно від зміцнювального матеріалу до 50—60 HRC.

Хімічно-термічна обробка з урахуванням параметрів нагрівання дозволяє отримати дифузійний шар від 0,5 до 2,0 мм з твердістю 52—62 HRC.

Найпоширенішою термообробкою є відпалювання I і II роду.

Відпалювання I роду залежно від вихідного стану сталі або сплаву деталі включає процеси гомогенізації (одержання однорідної структури), рекристалізації і знімання залишкових напруг. Залежно від призначення його проводять при температурах вище або нижче фазової перекристалізації. Цей вид обробки усуває хімічну або фізичну неоднорідність, створену попередньою обробкою (наплавленням, напіканням та іншими видами).

Дифузійне гомогенізуюче відпалювання проводять при температурі 1100—1200 °С. У цьому випадку найповніше проходять процеси вирівнювання хімічного складу і властивостей. Але така обробка сприяє збільшенню розміру зерна і зниженню рівня міцності та пластичності. Тому після гомогенізуючого відпалення треба проводити нормалізацію або поліпшення.

Відпалювання для знімання залишкових напруг застосовують для деталей, після обробки яких (наплавлення, механічної обробки, відливання тощо) виникли залишкові напруги. Температура відпалення залежно від матеріалу і рівня напруг знаходиться у межах 200—700 °С. Час витримки становить 1—3 год. Після витримки здійснюється повільне охолодження до 300 °С.

Відпалювання II роду проводять при температурах, на 30—50 °С вищих Ac_3 або Ac_1, для одержання зрівноваженої структури металу. Відпалювання I і II роду забезпечують зміцнення робочої поверхні відновлюваних деталей за рахунок стабілізації структури, її однорідності, зняття напруг, які зменшують схильність до викришування і тріщиноутворення.

Для проведення термічної і хімічно-термічної обробок використовують спеціальні термічні печі, у ряді випадків з контрольованою атмосферою і регулюванням температурних параметрів нагрівання і охолодження, а також ванни для загартування.

Основними контрольованими параметрами якості є фізико-механічні властивості, структура металу, глибина зміцненого шару і його фазовий склад.

3.16. ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

При поверхневому пластичному деформуванні (ППД) створюється наклепка, тобто поверхневе зміцнення металу. Зерна металу витягуються у напрямку деформації, кристалічні решітки викривлюються, у результаті чого змінюється структура і властивості поверхневого шару: знижується пластичність і ударна в'язкість, але створюються сприятливі стискаючі напруження, збільшується

втомлена міцність (на 30—70 %), підвищується твердість і стійкість проти зношування (у 1,5—2 рази). При ППД зменшується висота мікронерівностей (0,04 мкм) і утворюється поверхня з новим мікропрофілем. Таким чином, ППД деталей є резервом підвищення їх ресурсу.

Зміцнення ППД можна здійснити у деталях різних габаритів і маси, виготовлених із сталі, спеціального чавуну і кольорових металів та сплавів.

Дробоструминна обробка застосовується для зміцнення ресор, пружин, валів, зубчастих коліс, зварювальних швів тощо.

Наклепаний шар глибиною 0,5—0,7 мм створюється завдяки дії кінетичної енергії потоку дробу, який летить зі швидкістю 30—90 м/с під кутом 70°. Для цієї мети застосовують дробоструминні установки: пневматичні (у соплі повітря стиснуте до 0,5—0,6 МПа) і механічні (з відцентровим дробоструминним колесом).

Розмір і матеріал дробу вибирають залежно від розмірів обробки. Дроб виготовляють з відбіленого чавуну і стального пружинного дроту, які застосовують для обробки стальних деталей. Для кольорових деталей використовують дроб з алюмінію.

Обкатування і розвальцьовування кульками та роликами дуже поширене у ремонтному виробництві завдяки простоті здійснення процесу і можливості значного підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин.

Обкатуванням і розвальцьовуванням обробляють циліндричні поверхні, канавки, галтелі, площини, фасонні поверхні тощо. Особливістю процесу обробки кульками є відсутність у них примусової осі обертання та їх самовстановлення відносно оброблюваної поверхні, простота і універсальність пристроїв, можливість досягнення високих контактних тисків при порівняно невеликих зусиллях, поліпшення шорсткості поверхні.

Недоліком кулькового накатування і розвальцьовування порівняно з роликовим є невисока продуктивність. Але роликові інструменти допускають проковзування ролика по оброблюваній поверхні, що викликає перенаклепування і погіршення шорсткості поверхні.

Накатування (розвальцювання) кульками і роликами виконують за допомогою спеціальних пристроїв (накаток або розвальцьовок), які закріплюють у різцетримачі токарно-гвинторізного або іншого металорізального верстата. Тиск при накатуванні (розвальцюванні) може бути створений тарованою пружиною, а також за допомогою пневматичного або гідравлічного силового механізму. Ці способи ППД рекомендується проводити із застосуванням мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) — масла індустріального або його суміші з 2—3%-ною олеїновою кислотою.

При наявності мастила знижується коефіцієнт тертя і температура контактних поверхонь, що впливає на процес деформації і

сприяє одержанню менш шорсткої поверхні, підвищується стійкість робочого інструменту.

Припуск на зміцнення поверхні визначають залежно від вихідної шорсткості і орієнтовно приймають рівним висоті нерівностей або визначають за формулою:

$$\delta = 1{,}35\,(R_z' - R_z), \tag{3.33}$$

де R_z' і R_z — мікронерівності до і після обкатування, мкм.

Шорсткість і твердість покриття, ступінь зміцнення і продуктивність обробки при обкатуванні і розвальцьовуванні залежать від режиму обробки: швидкості обробки, поздовжньої подачі, припусків, кількості проходів тощо.

Зусилля обробки залежить від твердості, пластичності і структури металу, шорсткості поверхні, конструкції деталі та інструменту. Мале зусилля не забезпечує повного зминання мікронерівностей, а велике — призводить до перенапруження і руйнування поверхні, деформації деталі і зниження строку служби інструменту.

Зусилля обкатування (розвальцьовування) P визначають дослідним шляхом або за формулами:

при деформації кульками

$$P = \left(\frac{dq}{0{,}54E}\right)^2 q; \tag{3.34}$$

при деформації роликами

$$P = \frac{Dbq^2}{0{,}126E\left(\frac{D}{d} + 1\right)}, \tag{3.35}$$

де d — діаметр ролика або кульки, мм; q — максимальний питомий тиск, МПа ($q = (1{,}8—2{,}1)\sigma_т$); E — модуль пружності оброблюваного матеріалу, МПа; D — діаметр оброблюваної деталі, мм; b — довжина контакта ролика з деталлю, мм.

Поздовжня подача кульки дорівнює 0,1—0,3 мм/об, а ролика з циліндричним пояском — 0,2—0,6 мм/об.

Шорсткість поверхні залежить від кількості проходів інструменту і поліпшується із його збільшенням.

Швидкість обробки суттєво не впливає на шорсткість поверхні, але від неї залежить продуктивність.

Обкатування (розгортання) дозволяє за один прохід помітно поліпшити шорсткість (від $R_a = 2{,}5—0{,}63$ мкм до $R_a = 0{,}32—0{,}08$ мкм) і збільшити ступінь наклепування до 50 %, а глибину — у межах 2—3 мм.

Карбування здійснюється шляхом ударної дії на оброблювану поверхню спеціальними бойками. В умовах ремонтного виробництва воно застосовується для зміцнення галтелей колінчастих валів,

западин шліців, крупногабаритних деталей і підвищення фізико-механічних властивостей зварювальних швів та наплавленого металу. Карбування порівняно з накатуванням і відцентровою обробкою забезпечує більшу глибину (до 3—4 мм) і високий ступінь зміцнення. Після карбування шорсткість обробленої поверхні збільшується, що потребує додаткового шліфування.

Карбування виконують за допомогою сферичних, еліпсовидних або спеціальної форми бойків з високоміцної інструментальної сталі або надтвердого матеріалу, які здійснюють зворотно-поступальний рух. Частота ударів знаходиться у межах 10—50 Гц.

Діаметр робочої поверхні бойка D (діаметр вдавлюваної сфери) вибирають відповідно до заданої глибини зміцнення:

$$h/h_1 \leqslant D \leqslant 2{,}2h, \tag{3.36}$$

де h_1 — глибина відбитку (лунки).

При цьому враховують ступінь деформування: $\varepsilon = d/D$, де d — діаметр відбитку.

Необхідно, щоб $0{,}7 \geqslant \varepsilon \geqslant 0{,}3$.

Крім пристроїв, у яких підпружинений бойок переміщується кулачковим механізмом, для ударного карбування використовують вібраційні ексцентрикові зміцнювачі, а також багатобойкові пневмоінструменти.

Обробка багатобойковим пристроєм забезпечує глибину наклепаного шару до 3 мм і підвищує опір втомлюваності зварного з'єднання на 80 %, а міцність зварного з'єднання після обробки визначається міцністю металу.

Дорнування — один із способів ППД для зміцнення і підвищення фізико-механічних властивостей отворів втулок (гідронасосів, турбокомпресорів, шатунів, шворнів тощо), кришок, стаканів.

Суть процесу полягає у протягуванні кульки або дорну відносно поверхні отвору з натягом, внаслідок чого відбувається пластична деформація металу, яка призводить до зміни форми і розмірів отворів і зміцнення поверхневого шару. Принципіальні схеми дорнування отворів наведені на рис. 3.36.

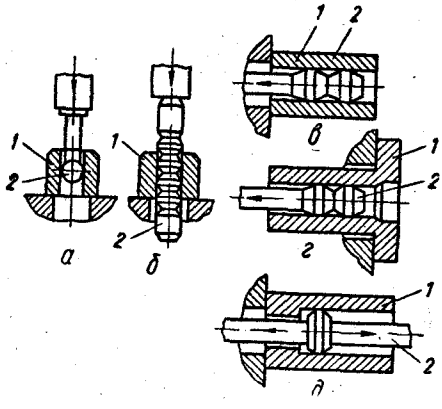
Основним технологічним параметром дорнування є натяг (рис. 3.37):

$$i = d_i - D_0, \tag{3.37}$$

де d_i, D_0 — діаметри інструменту і отвору до дорнування, а також відносний натяг i/D_0, зусилля і швидкість дорнування, геометричні характеристики дорна та товщина втулки.

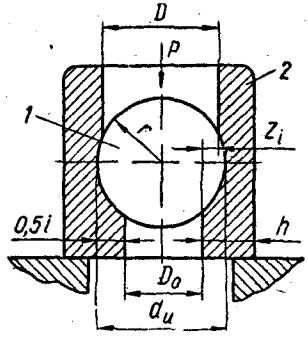
За призначенням поверхневе дорнування може бути згладжувальним, калібрувальним і зміцнювальним.

Існує два різновиди дорнування отворів: з малим і великим натягом. Під час дорнування з малим натягом зона пластичної деформації поширюється на незначну глибину (при $h/r > 0{,}5$, $r = d_i/2$). У цьому випадку шорсткість поверхні і похибка форми



3.36. Схеми дорнування отворів:

а, б — проштовхуванням кульки і оправки (на пресах); в, г — калібруванням зі стисканням і розтягуванням деталі (на горизонтально-протягувальному станку); д — калібруванням при зворотно-поступальному ході оправки (на спеціальних станках); 1 — оброблювана деталь; 2 — інструмент



3.37. Схема дорнування отвору з малим натягом:

1 — індентор; 2 — оброблювана деталь

зменшуються на 25—35 %. Під час дорнування з великим натягом ($h/r \leqslant 0{,}2$) зона пластичного деформування охоплює всю деталь, у результаті чого збільшуються діаметри отвору на $2z_i = D - D_o$ і зовнішньої поверхні при одночасному зменшенні розміру деталі вздовж осі оброблюваного отвору.

Отвори під дорнування попередньо обробляють чистовим розточуванням і розвертанням за 8—10-ми квалітетами точності при шорсткості $R_a = 2{,}5—1{,}25$ мкм.

Під час дорнування застосовують олію (для високоміцних сталей) або очищений гліцерин (чавунні деталі).

Дорнування забезпечує високу якість оброблюваних поверхонь, ($R_o = 1{,}25—0{,}16$ мкм), підвищує довговічність деталей в умовах знакозмінних навантажень.

Інструментом при дорнуванні є оправки (одно- і багатоелементні, суцільні та складні) або кульки. Складні оправки виготовляють із твердого сплаву ВК8 або ВК15М, суцільні — сталей ХВГ, ШХ15, 9ХС твердістю HRC 62—64.

Дорнування здійснюють на пресах, горизонтально- і вертикально-протягувальних верстатах.

Алмазне вигладжування широко використовується для підвищення експлуатаційних властивостей зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей машин як фінішна операція при їх відновленні.

Суть його полягає у поверхневому пластичному деформуванні деталі ковзаючим по її поверхні інструментом, робочим елементом якого є алмаз або надтверді матеріали з нітриду бору (гексаніт Р, кубоніт тощо), які мають високу твердість, низький коефіцієнт

тертя по металу, малу шорсткість (R_a=0,02—0,04 мкм) та тужавлення. Завдяки малим радіусам робочої частини інструменту ($R_{алм}$=0,5—3,5 мм) при порівняно невеликих зусиллях вигладжування (150—300 Н) у результаті створення на контактній площадці великих тисків можна обробляти маложорсткі деталі із м'яких і загартованих до HRC 60—65 сталей і сплавів.

Радіус алмазу вибирають з урахуванням твердості оброблюваної поверхні. Для матеріалів твердістю HB<300 він становить 2,5—3,5 мм, при HRC 35—60 — 1—2,5 мм і HRC 50—65 — 1—2 мм.

У результаті зминання мікронерівностей різко знижується шорсткість поверхонь і зміцнюється поверхневий шар металу. Вигладжування широко застосовують замість трудомісткого абразивного доведення при обробці опорних шийок кулачкових валів і роликів, поршневих пальців, цапф гідронасосів, отворів втулок тощо.

Для обробки незагартованих сталей, кольорових металів і сплавів вихідна шорсткість повинна бути $R_a \leqslant 2{,}5$ мкм. Загартовані сталі доцільно вигладжувати при вихідній шорсткості R_a=0,32—1,25 мкм.

Універсальний вигладжувач складається з оправи і алмазу. Він монтується у спеціальному пристрої, встановленому у різцетримачі верстату. Вигладжування проводять в умовах тертя ковзання, що відрізняє цей процес від накатування. Параметри режиму вигладжування приблизно такі як і накатування.

Зусилля під час вигладжування з пружним контактом створюється так, як і при накатуванні зміною жорсткості тарованої пружини. Воно обумовлене фізико-механічними властивостями металу, розмірами і формою оброблюваної поверхні та радіусом алмазу.

Оптимальне зусилля $P_{опт}$ приймають таким, за якого досягається найменша шорсткість поверхні.

Поздовжня подача для загартованих сталей становить 0,02—0,05 мм/об ($R_{алм}$=1—2 мм), незагартованих сталей і кольорових сплавів — 0,03—0,07 мм/об ($R_{алм}$=2,5—3,5 мм).

Швидкість вигладжування (20—120 м/хв) практично не впливає на якість поверхні.

Для збільшення продуктивності обробку потрібно вести на великих швидкостях, враховуючи биття деталі, нерівномірність припуску і нагрівання алмазу. Внаслідок перегрівання збільшується швидкість зношування алмазу.

Основна деформація металу відбувається після першого проходу інструменту. Із збільшенням кількості проходів шорсткість поверхні суттєво не змінюється.

Як МОР при вигладжуванні для чорних металів застосовують індустріальне масло И-20А, для кольорових металів і сплавів — гас.

Алмазне вигладжування дозволяє одержати поверхню деталі з шорсткістю не нижче R_a=0,04—0,08 мкм, підвищити твердість

на 25—30 %, стійкість проти зношування на 40—60 % і втомлену міцність на 30—60 %.

Поверхні тіл обертання можуть вигладжуватися за допомогою тримачів різної конструкції на токарних, свердлильних, розточувальних і спеціальних алмазно-вигладжувальних верстатах.

Вібронакатування (вібровигладжування) — один з прогресивних і перспективних способів ППД, за допомогою якого можна одержати рівномірніший мікрорельєф за формою, розмірами і взаємним розміщенням поверхні деталей.

Вібронакатування поверхні сприяє скороченню тривалості припрацювання спряжених поверхонь, підвищенню опору тужавленню і ефективності теплопередачі, скороченню трудомісткості виготовлення деталей підвищеної точності тощо. Цей спосіб застосовується як у машинобудуванні, так і в ремонтному виробництві для зміцнення зовнішніх і внутрішніх циліндричних, конічних, торцевих і плоских поверхонь деталей машин і дає можливість поліпшити експлуатаційні характеристики пар тертя, які працюють у рідких і сухих середовищах, а також виключити з технологічного процесу такі трудомісткі і дорогі операції, як доведення, шабрування, полірування покриття, термічна обробка.

Суть вібронакатування полягає у тому, що, крім осьової подачі S (як при накатуванні або вигладжуванні), інструменту (кульки діаметром $d_к$), підтиснутому до обробленої поверхні із силою P, надається зворотно-поступальний (осциллюючий) рух з частотою f, яка дорівнює частоті обертання вала електродвигуна, і амплітудою l уздовж осі деталі, що обертається з частотою n. При використанні алмазного вигладжувача радіусом $R_в$ процес називається вібровигладжуванням, оскільки він відбувається в умовах тертя ковзання.

Під час обкатування і вигладжування інструмент видавлює на поверхні канавку (під час вібронакатування — синусоїдальну).

Мікрорельєф, який одержують при вібронакатуванні, за характером і щільністю синусоїдальних каналів поділяють на чотири види. Варіювання форм, розмірів і розміщення мікронерівностей на поверхні деталі досягається зміною параметрів режиму обробки.

Система вібровигладжених каналів (канавок) утворює масляні кармани, в яких затримується мастильний матеріал і рівномірніше розподіляється по поверхні, що суттєво поліпшує умови тертя.

Мастильний матеріал, що залишився у рівномірному лабіринті канавок, створює масляний клин, запобігаючи тужавленню. У цьому випадку під тиском рідини по канавках виносяться осаджені абразивні частинки і продукти зношування за межі зони тертя.

Під час сухого тертя канавки працюють як пастки, що затримують продукти зношування, пил і абразивні частинки, завдяки

чому локалізується їх абразивна дія, а також суттєво поліпшуються всі фізико-механічні характеристики поверхневого шару.

Особливістю мікрорельєфу є його висока однорідність, яка дозволяє проводити аналітичний розрахунок характеристик (величини опорної поверхні, площі і об'єму канавок та їх співвідношення), що визначають стійкість поверхонь проти зношування.

Основними особливостями вібраційного накатування є: варіювання у великих межах всіх характеристик мікрорельєфу, які визначають форму і розміри мікронерівностей залежно від режиму обробки; високий ступінь однорідності розмірів і форми мікронерівностей; утворення мікрорельєфів з радіусами виступів і западин в сотні раз більшими, ніж при шліфуванні і доводці; можливість його застосування не тільки для оптимізації мікрорельєфу, але і для зміцнення.

Вібронакатуванню (вібровигладжуванню) піддаються деталі з чорних і кольорових металів і сплавів твердістю до HRC 65.

Зусилля обробки знаходиться в межах 50—200 Н, що дозволяє обробляти маложорсткі деталі. Мікротвердість обробленої поверхні на 25—30 % вища вихідної. Залишкові напруги після вібронакатування в 1,3—1,7 раза більші, чим при накатуванні без вібрації на таких же режимах. Це можна пояснити різким збільшенням деформуючої дії інструменту, обумовленої ускладненням кінематики вібронакатування порівняно з кінематикою накатування.

Зміцнення деталей вібронакатуванням знижує коефіцієнт тертя в 1,6—2,2 раза, а також підвищує зносостійкість в 2 і більше разів.

Під час вібронакатування застосовують стальні загартовані кульки і сферичні наконечники (вигладжувачі) з природних і синтетичних алмазів, твердого сплаву. Вибір матеріалу залежить від твердості оброблюваної поверхні і її характерних властивостей.

Для вібронакатування використовують вібратори, які мають привод для створення зворотньо-поступального переміщення інструменту від окремого електродвигуна. Обертальний рух електродвигуна перетворюється у зворотно-поступальний рух штанги за допомогою ексцентрика, розміщеного на валу електродвигуна. На одному кінці штанги встановлено кульку, яка кріпиться за допомогою цангової втулки і гайки. Другим кінцем штанга з'єднана штифтом із втулкою, яка переміщується разом із штангою. На втулці у корпусі встановлена силова тарована пружина із шкалою. За допомогою кутника пристрій встановлюють на різці-тримачі супорта токарно-гвинторізального верстата.

3.17. ТЕРМОМЕХАНІЧНА ОБРОБКА

Термомеханічна обробка металів (ТМО) — це сукупність операцій пластичного деформування, нагрівання і охолодження, в результаті яких формування кінцевої структури сплаву, а відповідно

і його властивостей, відбувається в умовах підвищеного числа недосконалостей кристалів, створених пластичним деформуванням. ТМО відноситься до зміцнювальних технологій.

Розрізняють високотемпературну (ВТМО) і низькотемпературну (НТМО) термомеханічну обробку.

ВТМО сталі складається з гарячої обробки тиском у межах температур стійкості аустеніту, НТМО — із деформації в межах температур нестійкості аустеніту (нижче критичних точок перетворень). З такого аустеніту при наступному загартуванні одержують мартенсит з особливою будовою, яка забезпечує дуже високу межу міцності (до 3000 МПа.).

На кафедрі ремонту машин ХІМЕСГ розроблені технології відновлення деталей за допомогою ТМО: у першому варіанті застосовується наплавлення у середовищі вуглекиского газу, сполучене з НТМО, а у другому — наплавлення і НТМО з наступним проточуванням і вібровигладжуванням.

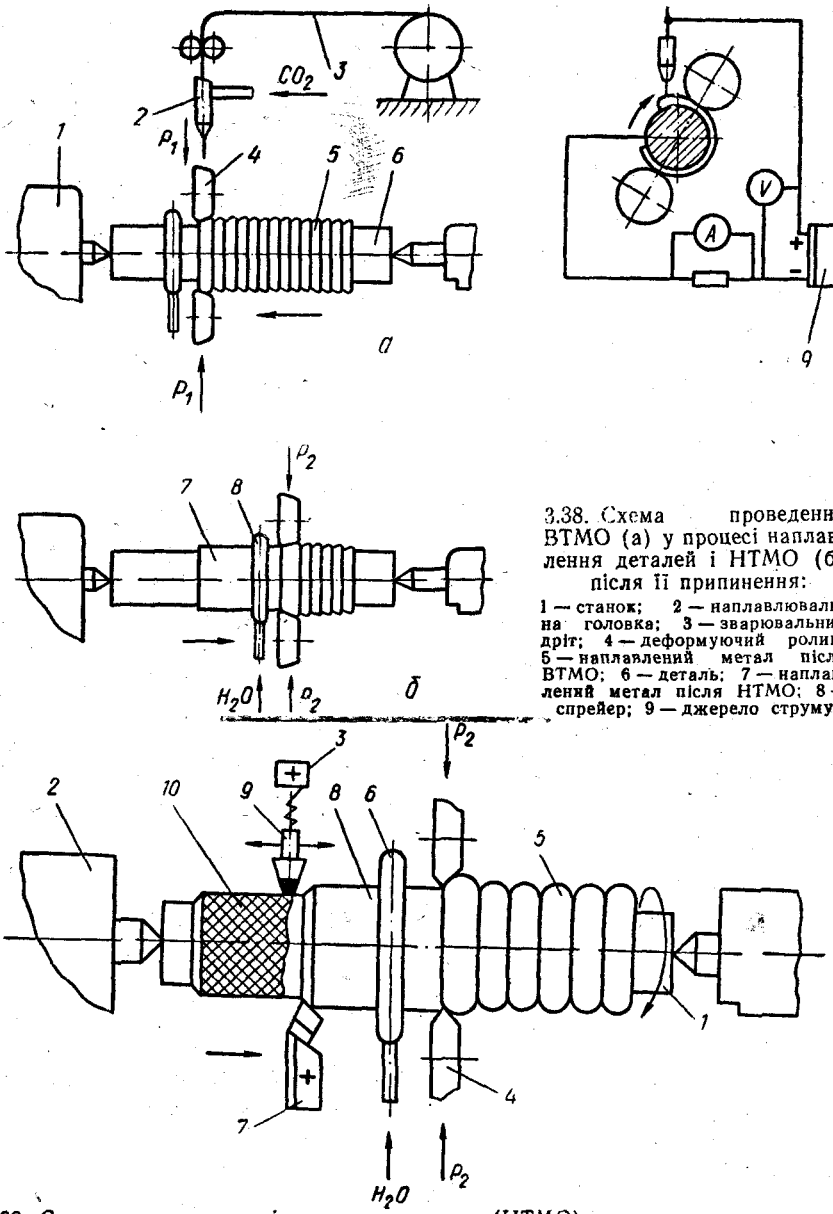
Нагрівання деталі для ТМО забезпечується теплом, що виділяється у процесі наплавлення, необхідного для нарощування зношеного поверхневого шару.

Під час ВТМО наплавлений метал обробляють двома деформуючими роликами (рис. 3.38, а) відразу ж після нанесення шару металу на поверхню при $t=900—950$ °С і тиску $P_1=1000—5000$ Н з наступним природним охолодженням. Під час НТМО (рис. 3.38, б) наплавлений метал спочатку деформують при температурах ВТМО, а потім знову деформують в інтервалі температур 350—700 °С при $P_2=5000—15000$ Н з охолодженням за допомогою спрейєра.

Результати досліджень показали, що сполучення процесів наплавлення і ТМО при відновленні деталей має суттєві переваги порівняно із звичайним наплавленням без ТМО. ТМО ущільнює і згладжує наплавлену поверхню, чим сприяє усуненню металургійних дефектів у вигляді пор, тріщин, несуцільностей; зменшує припуск на механічну обробку та її трудомісткість; забезпечує шорсткість поверхні $R_a=1,25—0,32$ мкм; підвищує твердість і більш як на 30 % ресурс відновлених деталей.

Другий варіант (рис. 3.39) передбачає двоетапне суміщення всіх складових частин технологічного процесу відновлення деталей (тіл обертання): компенсацію зношеного поверхневого шару наплавленням, суміщеним з НТМО; розмірно-точносну обробку різанням (точінням), суміщеним із зміцненням поверхні вібровигладжуванням. Для чистового точіння застосовують різець з гексоніту-Р.

Деталь 1, яку наплавляють, встановлюють у центрах переобладнаного токарного верстата 2, на супорті якого змонтовані наплавлювальна головка 3, двороликовий пристрій 4 для деформування наплавленого шару 5, спрейєр 6 системи охолодження, різець 7 для чистого точіння зміцненого шару 8 і віброголовка з ро-



3.38. Схема проведення ВТМО (а) у процесі наплавлення деталей і НТМО (б) після її припинення:

1 — станок; 2 — наплавлювальна головка; 3 — зварювальний дріт; 4 — деформуючий ролик; 5 — наплавлений метал після ВТМО; 6 — деталь; 7 — наплавлений метал після НТМО; 8 — спрейер; 9 — джерело струму

3.39. Схема повторного деформування металу (НТМО) з наступним охолодженням, чистовим точінням і вібровигладжуванням:

1 — деталь; 2 — токарний верстат; 3 — віброголовка; 4 — двороликовий пристрій; 5 — навплавлений шар; 6 — спрейер; 7 — різець; 8 — зміцнений шар; 9 — інструмент; 10 — мікрорельєф

бочим інструментом 9 для надання рівномірного мікрорельєфу 10 обточеній поверхні.

Досліди показали, що при комбінованому (суміщеному) способі межа витривалості збільшується на 16 %, шорсткість поверхні покращується на два класи, а експлуатаційна стійкість проти зношування підвищується у 2,2 раза порівняно із наплавлюванням і НТМО.

3.18. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА ОБРОБКА

Електромеханічна обробка (ЕМО) являє собою різновид процесу високотемпературної механічної обробки (ВТМО) при локальному поверхневому нагріванні у місці контакту інструменту і деталі, які знаходяться під напругою електричного струму. Спосіб ЕМО застосовується як для зміцнення, так і для відновлення розмірно-точносних характеристик деталей, які мають невеликий знос (до 0,4 мм). ЕМО використовують для відновлення зовнішніх поверхонь нерухомих і рухомих з'єднань.

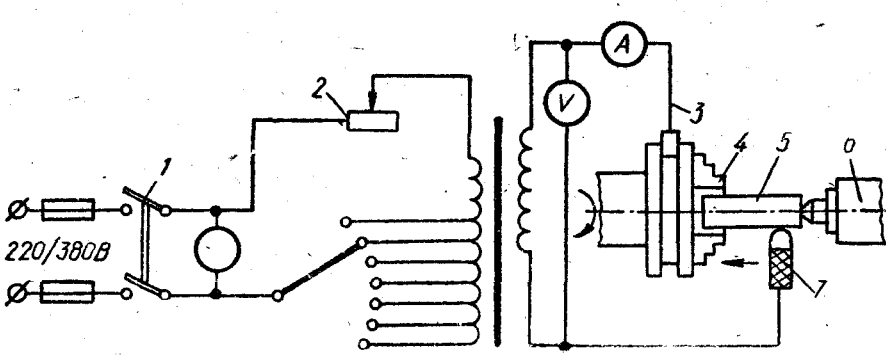
Суть процесу полягає в тому, що у місці контакту двох струмопровідних поверхонь (деталь — робочий інструмент) виділяється тепло, під дією якого поверхня деталі розігрівається, одночасно піддається тиску інструменту, деформується і охолоджується шляхом відведення тепла всередину холодної деталі.

Основною причиною тепловиділення в контакті (інструмент — деталь) є підвищений опір через нещільність стикання контактуючих поверхонь.

Оскільки об'єм високотемпературного нагрівання дуже малий порівняно з масою деталі, то охолодження нагрітого металу (за рахунок відведення тепла всередину деталі) відбувається з великою швидкістю, викликаючи загартування в локальному об'ємі.

Процес відновлення посадочних поверхонь зношених деталей складається з двох операцій: висаджування металу і згладжування до певного розміру, для чого застосовують пластинчастий інструмент. На контактній поверхні за рахунок висаджування утворюється гвинтовий виступ, який, згладжуючись, зменшується до потрібного розміру. Початковий діаметр контактної поверхні збільшується. При висаджуванні контур западини профілю відповідає контуру контактної частини пластини. Із збільшенням тиску збільшується і ступінь пластичної деформації металу, який витискається назовні вздовж контуру інструменту.

На рис. 3.40 наведена принципіальна схема установки для ЕМО. До деталі 5, закріпленій у патроні 4 установки, через електроконтактний пристрій підводять один провід від вторинної обмотки 3 трансформатора. До інструменту 7 (ізольованого), встановленого в різцетримачі супорта установки, під'єднують другий провід. У зону контакту (деталь — інструмент) підводять струм



3.40. Принципіальна схема установки для електромеханічної обробки:
1 — рубильник; 2 — реостат; 3 — провід вторинної обмотки; 4 — патрон станка; 5 — деталь; 6 — задня бабка станка; 7 — інструмент для обробки

350—1300 А і напругу 2—6 В. Проходячи через малу площу контакту, струм великої сили і малої напруги миттєво нагріває метал у зоні контакту до температури 800—900 °С. Під тиском інструменту, залежно від його профілю, метал деталі висаджується або згладжується.

Кількість тепла в місці контакту деталі та інструменту визначається за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0{,}24I^2Rt + P_0v/102, \qquad (3.38)$$

де Q_1 — кількість тепла, яка виділяється електричним струмом за законом Джоуля-Ленца, Дж; Q_2 — кількість тепла, виділеного в результаті механічної роботи (сили тертя деталі та інструменту), Дж; I — сила струму, А; R — опір у місці контакту, Ом; t — час проходження струму, с; P_0 — зусилля на інструменті, Н; v — швидкість деформації, м/с.

Наведена формула дозволяє аналізувати і враховувати фактори, які впливають на виділення тепла при ЕМО для розробки відповідного технологічного процесу.

Під час заглиблення інструменту у поверхню деталі відбувається висадження матеріалу. Діаметр деталі D_2 збільшується до D_1, а поверхня приймає різьбоподібну форму. Замінюючи висаджувальну пластину згладжувальною, одержують необхідний діаметр D_0, який не потребує подальшої обробки різанням.

Діаметри спряжених деталей вимірюють до обробки, після чого встановлюють фактичний зазор у спряженні. Збільшити діаметр можна не більш як на 0,4 мм для незагартованих деталей і на 0,2 мм — для загартованих. Висадження за кілька проходів виконують тільки за допомогою ходового гвинта. В іншому випадку може відбутися перерізання профілю. Зусилля для висадження незагартованих сталей 700—800 Н, загартованих — 900—1200 Н.

3.7. Режими ЕМО для ремонту нерухомих посадок стальних деталей

Операція	Сила струму I, А	Швидкість висадження v, м/хв	Крок висадження S, об—1	Кількість проходів
Висадження:				
незагартованих деталей	450—550	4—6	1,25—2	1—2
загартованих деталей	550—600	1,5—2,5	1,25—2	1—3
Згладжування:				
незагартованих деталей	400—500	12—15	0,4	2—3
загартованих деталей	500—550	8—12	0,4	2—3

Режим ЕМО, рекомендовані для нерухомих посадок, наведені у табл. 3.7.

Ознакою правильно вибраних режимів ЕМО є наявність темно-червоної плями у місці контакту (деталь-інструмент).

Ремонт рухомих спряжень складається з глибокого висадження, попереднього і кінцевого згладжування.

Електромеханічне зміцнення (ЕМЗ) — кінцева чистова операція, яка підвищує чистоту поверхні після обробки різцем і замінює шліфування, збільшує стійкість проти зношування більш як у 1,5 раза залежно від вихідної термообробки, а також втомлену міцність у 2 рази і більше залежно від конструкції і характеру перехідних перерізів деталі. Види зміцнення та їх режими наведені у табл. 3.8.

3.8. Режими зміцнення середньовуглецевих конструкційних сталей

Вид зміцнення	Інструмент	Сила струму, А	Швидкість, об—1	Подача, мм/об	Клас шорсткості	Глибина зміцненого шару, мм	Кількість проходів
Чистовий швидкісний режим:							
з малою глибиною зміцнення	Пластина	350—400	80—130	0,2—0,3	8—9	0,02—0,03	1—2
Із середньою глибиною зміцнення	Те ж	480—600	8—15	0,2—0,3	8—9	0,06—0,1	2—3
Високий режим із *більш значною* глибиною зміцнення	Ролик	800—1200	8—10	0,2—0,3	6—7	0,15—0,3	1—2

Твердість зміцненого шару після ЕМО підвищується у 1,5—2,5 раза. Матеріалом для робочого інструменту можуть бути тверді сплави ВК і ТК, Р18. Ролики виготовляють із сталі Р18, У10, Т60К6, Т30К4, Т15К6 *тощо*.

Для ЕМО використовують токарно-гвинторізні і горизонтально-фрезерні верстати. Джерелом змінного струму є понижувальний трансформатор потужністю до 25 кВА. Існують спеціальні установки УЕМО-1 і УЕМО-2 для обробки тіл обертання при ремонті деталей, а також установка ОР-14136-УСХІ.

3.19. ВІДНОВЛЕННЯ РОЗМІРНО-ТОЧНОСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Механічна обробка є однією з основних операцій по відновленню розмірно-точносних характеристик деталей. Вона широко використовується як підготовча і кінцева обробка. Крім того, механічною обробкою відновлюють деталі до ремонтних розмірів.

Важливе значення при механічній обробці має забезпечення потрібної точності і шорсткості поверхні, які досягаються правильним вибором виду обробки, посадок і технологічних баз, а також утворенням мінімально допустимого припуску при будь-яких способах нарощування.

Мінімальні припуски на механічну обробку для ручного наплавлення становлять 2—3 мм, після наплавлення під шаром флюсу 1—2 мм, для газотермічного напилення 0,3—0,4 мм.

Основні параметри режимів різання при механічній обробці наплавлених поверхонь. Швидкість різання, м/хв, визначається із залежності:

$$v = \frac{\pi d n}{1000}, \tag{3.38}$$

де d — діаметр оброблюваної деталі, мм; n — частота обертання шпинделя верстата, хв$^{-1}$.

Із наведеної залежності для токарних, фрезерних, свердлильних та інших верстатів з обертальним рухом шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi d}. \tag{3.39}$$

Для довбальних, зубодовбальних, зубострогальних та інших верстатів із зворотно-поступальним рухом шпинделя кількість подвійних ходів за хвилину:

$$n = \frac{1000v}{2L}, \tag{3.40}$$

де L — довжина ходу деталі або інструменту у напрямку робочого руху, мм.

Для поздовжньо-стругальних верстатів:

$$n = \frac{1000v_p}{L\left(1 - \frac{v_p}{v_з}\right)}, \tag{3.41}$$

де v_p — швидкість робочого ходу, м/хв; $v_з$ — швидкість зворотного

ходу, м/хв; L — довжина ходу інструменту у напрямку робочого руху, мм.

Подача S при механічній обробці змінюється залежно від зміни глибини t різання.

Особливості механічної обробки при відновленні деталей. На ремонтних підприємствах зустрічаються всі види механічної обробки (точіння, фрезерування, різьбонарізання, хонінгування, шліфування, притирання, полірування тощо), які застосовуються на машинобудівельних заводах. Але попередня обробка зношених і нарощуваних поверхонь деталей має свої особливості, які значно ускладнюють механічну обробку під час їх відновлення порівняно з обробкою при виготовленні нових деталей.

Вибір баз — суттєвий елемент відновлення розмірно-точносних характеристик деталі під час механічної обробки. Базами є поверхні, лінії, точки або їх сукупність, необхідні для орієнтації деталі на верстаті відносно інструменту. За призначенням бази поділяють на конструкторські, технологічні і вимірювальні.

Конструкторські бази — сукупність поверхонь, які використовуються для визначення деталей у складальній одиниці.

Технологічні бази — поверхні (лінії, точки), призначені для встановлення деталі на верстаті і орієнтації її відносно різального інструменту.

Вимірювальні бази — поверхні (лінії, точки), від яких вимірюють розміри.

Технологічні бази поділяють на основні і допоміжні.

Основна технологічна база — поверхня, яка використовується для орієнтації деталі на верстаті, у вузлі або машині. Наприклад, корінні шийки колінчастого вала, посадочні місця під маховик і шестерню використовують для орієнтації колінчастого вала у процесі складання відносно інших деталей. Вони ж можуть бути технологічними базами при чистовій обробці колінчастого вала на верстаті.

Допоміжні технологічні бази — спеціально створені поверхні, які визначають положення деталі під час обробки. Ці бази можуть бути у вигляді поверхонь центрових отворів, спеціальних поверхонь, поясків біля отворів тощо. Наприклад, центрові отвори колінчастого вала.

Пристрої, які застосовують при механічній обробці, поділяються на універсальні і спеціалізовані.

На токарних і круглошліфувальних верстатах використовуються універсальні пристрої для обробки у центрах і патроні.

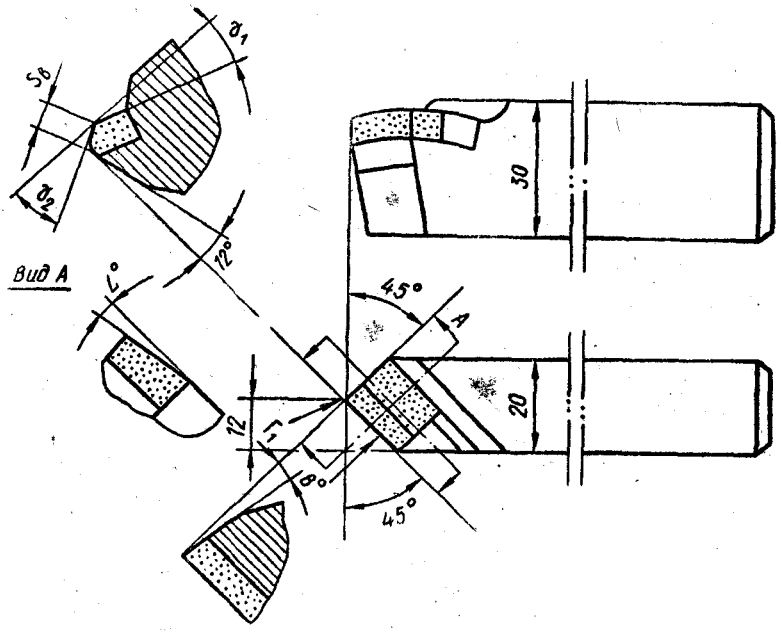
До пристроїв для обробки у центрах відносяться: центри, хомуткові пристрої, центрові оправки і люнети.

На токарних і круглошліфувальних верстатах деталі закріплюються за допомогою дво- три-, чотирикулачкових і цангових патронів.

На фрезерних верстатах деталі монтують за допомогою машинних лещат, поворотних пристроїв і столів.

На свердлильних верстатах застосовують кондукторні плити, поворотні пристрої, різні різцеві оправки.

Точінням відновлюють розмірно-точносні характеристики деталей, які ремонтували різними видами наплавлення. Різальну частину інструменту виготовляють із твердих сплавів Т5К10 і Т15К6 при твердості наплавленого шару HRC менше 40 і ВК8, ВК6 при HRC більше 40. Для загартованих сталей застосовують різці з від'ємним переднім кутом $\gamma_2 = -10...-15°$ (рис. 3.41). Об-



3.41. Геометрія різальної частини різця для точіння наплавленого металу

робку ведуть із застосуванням охолоджувальної рідини (5—8 % емульсолу, 0,2 % кальцинованої технічної соди, решта — вода). Широке застосування при точінні відновлених поверхонь одержують різці із надтвердих матеріалів (синтетичний алмаз типу баллас, ельбор-Р, гексаніт-Р тощо).

Різці із синтетичних алмазів типу баланс (АСБ) забезпечують стабільність лінійних розмірів деталей, необхідну шорсткість поверхонь, високопродуктивне різання. Стійкість різців з АСБ при точінні порівняно з різцями з твердих сплавів вища у 2—3 рази.

Ельбор-Р (кубічний нітрид бору) має велику термостійкість і хімічну інертність до заліза. Все це дозволяє широко застосову-

вати його для важкооброблюваних сталей і сплавів, особливо у загартованому стані.

Гексаніт-Р (один з різновидів нітриду бору) — полікристалічний матеріал, який отримують при високоімпульсних тисках, ефективно використовують для холодної обробки наплавлених і загартованих сталей, чавунів, твердих сплавів.

Лейкосапфір являє собою, як і рубін, синтетичний монокристал Al_2O_3 у вигляді α-модифікації, але на відміну від нього майже не має домішок. Застосовують його для виготовлення різців, шліфувальних кругів і паст.

Для точіння матеріалів, наплавлених електроконтактним приварюванням, застосовують різці з лейкосапфіру на режимі швидкість точіння $v=50$ м/хв, подача $S=0{,}05$ мм/об, глибина різання $t=0{,}1$ мм.

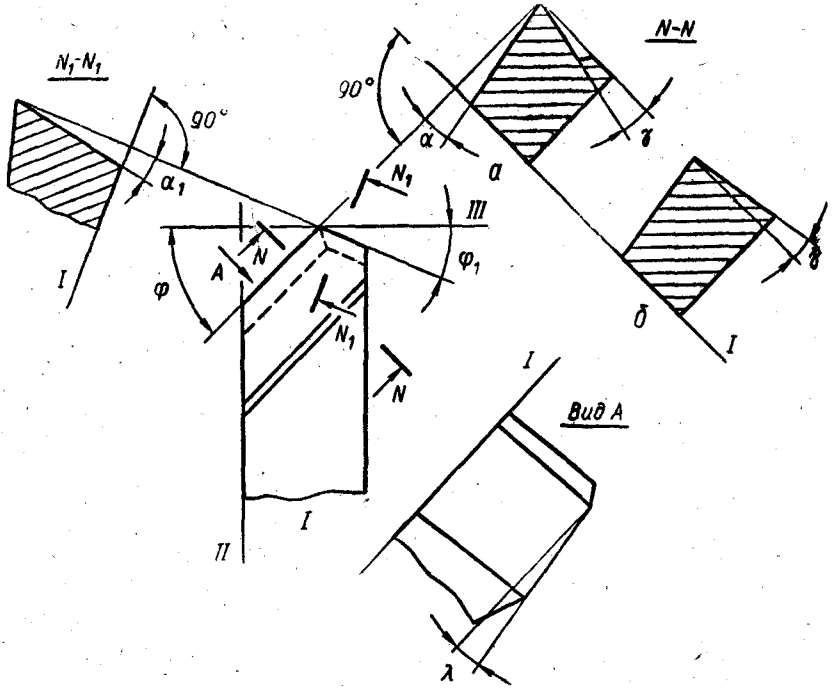
Під час точіння осаджень електролітичного заліза у зоні різання утворюється висока температура (1000—1050 °С), яка сприяє інтенсивному зношуванню різального інструменту. Під час точіння м'яких осаджень температура у 1,2—1,7 раза вища, ніж при точінні твердих покриттів. Найкращі результати показують різці з твердого сплаву Т30К4. При точінні осаджень електролітичного заліза використовують такий режим: швидкість різання $v=50$ м/хв, подача $S=0{,}12$ мм/об, глибина різання $t=0{,}2$ мм, передній кут різця $\gamma=0°$, задній кут — $\alpha=10°$; головний кут у плані $\varphi=60°$, допоміжний кут у плані $\varphi_1=30°$ (рис. 3.42).

Шліфуванням відновлюють розмірно-точності характеристики деталей, *наплавлених твердими порошковими матеріалами або нарощених електролітичними покриттями.* Шліфування також застосовують як фінішну операцію після точіння і для відновлення колінчастих валів до ремонтних розмірів.

Особливо складна обробка шліфуванням поверхонь, відновлених наплавленням або напиленням порошків, стійких проти зношування. Для їх обробки найефективніше шліфування абразивним (у тому числі алмазним) інструментом, а також за допомогою електрофізичних і електрохімічних методів обробки.

Залежно від використання абразивні матеріали виготовляють із: електрокорунду нормального — 12А, 13А, 14А, 15А, 16А; електрокорунду білого — 22А, 23А, 24А, 25А; електрокорунду хромистого — 32А, 33А, 34А; карбіду кремнію зеленого — 63С, 64С тощо. Розміри абразивних матеріалів встановлюють у сотих долях міліметрів: шліфзерно — 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шліфпорошки — 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; мікропорошки (розмір зерна) у мікронах — М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5.

Абразивні круги за твердістю поділяються на м'які — М1, М2; середньом'які — СМ, СМ1, СМ2; середні — С1, С2, С; середньотверді СТ, СТ1, СТ2; тверді — Т, Т1, Т2; досить тверді — ВТ1, ВТ2; надзвичайно тверді — ЧТ1, ЧТ2.



3.42. Геометричні параметри різця

Синтетичні алмази залежно від технології їх виробництва і використання можуть бути виготовлені у вигляді синтетичного алмазного порошку звичайної (АСЗ), підвищеної (АСП) і високої міцності (АСВ).

Найвищі показники процесу обробки порошкових наплавлень (наприклад, сормайтом УС-25, ФБХ-6-2, ПГХНСПЗ) досягаються при сухому шліфуванні.

Попередньо обробляти сормайт доцільно шліфувальним кругом з хромистого електрокорунду 34А40СМ16К, а обробку УС-25, ФБХ-6-2 — шліфувальним кругом з карбіду кремнію 64С25СМ16К.

Основні режими чорнового шліфування такі: колова швидкість круга $V_к = 35$ м/с, колова швидкість деталі $v_д = 11$ м/хв, швидкість знімання металу $Q_м$ (для сормайту становить 7 см³/хв, для УС-25 — 4, для ФБХ-6-2 — 4, 5, для ПГХН80СРЗ — 3 см³/хв).

Хвилинна поперечна подача круга $S_{tм}$, що відповідає оптимальному значенню швидкості знімання металу:

$$S_{tм} = -\frac{Q_м}{\pi DL}, \qquad (3.42)$$

де $Q_м$ — оптимальна швидкість знімання металу наплавлення, мм³/хв; D — діаметр оброблюваної поверхні, мм; L — довжина оброблюваної поверхні, мм.

Чистове шліфування рекомендується вести при хвилинній подачі $S_{tм}$, яка не перевищує 0,15 мм/хв.

Для відновлення деталей, нарощених електролітичними покриттями, застосовують круги із синтетичних алмазів марки АСП25К6-50 з 50%-ною концентрацією алмазів у крузі.

Оптимальні режими шліфування електролітичних покриттів кругами із синтетичних алмазів: колова швидкість круга $v_к=30$ м/с, відновлюваних деталей — $v_д=20—25$ м/хв, поздовжня подача $S=1—1,5$ мм/об, глибина шліфування $t=0,01—0,02$ мм/хід.

Під час шліфування застосовують мастильно-охолоджувальну рідину — 3—5%-ний розчин емульсолу у содовій воді.

Шліфуванням одержують точність 6—8 квалітетів і шорсткість поверхні $R_a=0,5—0,2$ мкм.

Хонінгування застосовують для фінішної обробки внутрішніх поверхонь з метою поліпшення характеристик шорсткості, наприклад для обробки гільз циліндрів, нижньої головки шатуна тощо.

Попереднє хонінгування виконується брусками з карбіду кремнію або електрокорунду зернистістю 16—12 мкм, чистове — брусками зернистістю 4—3 мкм. Колова швидкість хона становить 8—20 м/хв при питомому тиску 0,6—1,4 МПа.

Для попереднього хонінгування застосовують також алмазні бруски АС15250/200-М1-100 із стопроцентною концентрацією алмазу у бруску, для кінцевого — АСМ28/20-М1-100.

На ремонтних підприємствах під час хонінгування використовують мастильно-охолоджувальну рідину — суміш гасу з додаванням до 40 % машинного масла. Але вона вогненебезпечна і токсична, тому для цього рекомендується масляна рідина ОСМ-1 (температура спалаху не менше 94 °С).

Шорсткість поверхні після хонінгування відповідає $R_a=0,16—0,025$ мкм, точність обробки за 5—7 квалітетами.

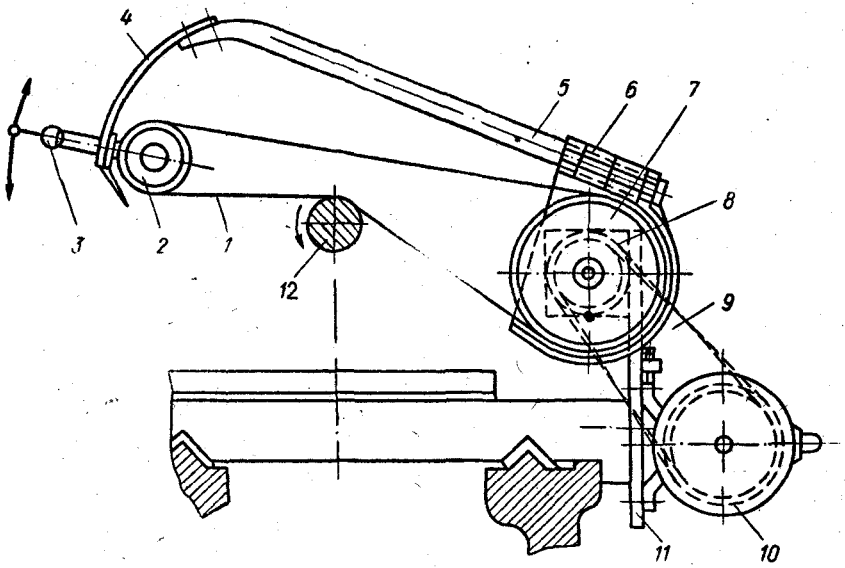
Суперфінішування застосовують для кінцевої обробки зовнішніх поверхонь абразивними брусками, які мають осцилюючий і поздовжній рух відносно деталі, що обертається. При суперфінішуванні використовують бруски з білого електрокорунду або корунду зернистістю 3—4 мкм на керамічній зв'язці твердістю М1, СМ1. Амплітуда коливань брусків 2—4 мм, кількість подвійних ходів 500—1500 за хвилину, колова швидкість обертання деталі 0,03—0,33 м/с. Крім того, пристрій переміщується вздовж деталі зі швидкістю 0,1—0,15 мм/об.

Шорсткість поверхні після суперфінішування $R_a=0,16—0,025$ мкм, точність обробки за 5—7 квалітетами.

Мастильно-охолоджувальними рідинами є ті ж, що й при хонінгуванні.

Полірування алмазними стрічками застосовується для одержання високого класу шорсткості поверхонь циліндричних, ексцентричних і фасонних деталей. Виконується на токарних або круглошліфувальних верстатах. Наприклад, полірують шийки і галтелі колінчастих валів.

Пристрій для полірування деталей типу тіл обертання безконечною алмазною стрічкою встановлений на поздовжньому супорті верстату через плиту 11 (рис. 3.43). Безконечна стрічка 1 надіта



3.43. Схема пристрою для полірування деталей безконечною стрічкою:
1 — безконечна стрічка; 2 — ролик; 3 — рукоятка; 4 — пружна пластина; 5 — стержень; 6 — кронштейн; 7 — шків; 8 — вібратор; 9 — клинопасова передача; 10 — електродвигун; 11 — плита; 12 — деталь

на ролик 2 та шків 7. Останній одержує обертання від електродвигуна 10 потужністю 1 кВт через клинопасову передачу 9 і вібратор 8, який надає стрічці 1 (разом з роликом 2 і шківом 7) коливального руху паралельно осі деталі. Стрічку опускають на деталь за допомогою рукоятки 3 через пружну пластину 4, стержень 5 і кронштейн 6.

Для обробки деталей застосовують стрічку довжиною 1500—2200 мм і шириною до 60 мм. Застосовують алмазну стрічку типу АСО-100%-Р9 зернистістю 80/63—40/23 мкм. Швидкість переміщення стрічки 35 м/с, поперечний коливальний, рух з амплітудою 2—6 мм і частотою 300—900 коливань на хв за наявності обертального руху деталі і поздовжньої подачі стрічки від верстата.

У процесі обробки одержують шорсткість поверхні R_a 0,32—0,05 мкм і точність обробки за 5—7 квалітетами.

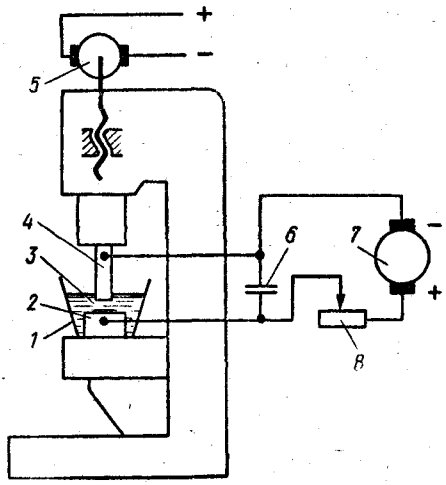
Притирання пастами дає можливість одержати шорсткість поверхні від $R_a = 0{,}08—0{,}025$ мкм і точність у межах 1—3 мкм. Його застосовують як фінішну операцію для одержання герметичності клапанів, плунжерних пар, підгонки однієї деталі до іншої.

3.20. ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА

Електроерозійний спосіб обробки деталей відноситься до групи електрофізичних процесів і полягає в електричній ерозії під час іскрового розряду. Під час проскакування іскри між електродами потік електронів, що рухається з величезною швидкістю, миттєво нагріває частину поверхні аноду до 10 000—15 000 °С, метал плавиться і навіть переходить у газоподібний стан, внаслідок чого відбувається вибух. Частинки відірваного розплавленого металу аноду викидаються у міжелектродний простір і залежно від його середовища (газового або рідкого) досягають катоду і осідають на ньому або розсіюються. Деталь є анодом. Інструменту надається коливальний рух від вібратора для замикання і розмикання ланцюга і одержання іскрового розряду. Вибір і встановлення необхідного режиму досягається застосуванням змінного опору і постійною або змінною ємністю конденсаторів, але є установки і без конденсаторів.

Режими електроерозійної обробки поділяються на три групи: грубі — струм понад 10 А (найбільша продуктивність, але шорсткість поверхні висока — $R_z = 160—320$ мкм); середні — струм від 1 до 10 А (шорсткість $R_z = 40—160$ мкм); чистові — струм менше 1 А (шорсткість до $R_a = 0{,}16$ мкм, але низька продуктивність).

Електроерозійну обробку застосовують для обдирання деталей після наплавлення твердими сплавами; видалення зламаних свердел, мітчиків, шпильок, болтів; вирізання канавок і прошивання отворів будь-якої конфігурації у металі будь-якої твердості.



3.44. Схема установки для електроерозійної обробки:
1 — ванна; 2 — деталь; 3 — рідина; 4 — інструмент; 5 — слідкуюча система; 6 — конденсатор; 7 — двигун-генератор; 8 — змінний опір

Для вирізання заглиблень і прошивання отворів виготовляють інструмент із міді та її сплавів за формою необхідного профілю і підключають його до катоду. Процес краще вести в рідкому середовищі (гас,

мінеральне масло та інші рідини, які не проводять струм), щоб виключити нарощування інструменту (катоду).

Установка для електроерозійної обробки (рис. 3.44) живиться постійним струмом 110—220 В від двигуна-генератора потужністю 5 кВт. Оброблювана деталь підключається до анода, а інструмент — до катода. Змінний опір і регульована ємність конденсатора призначені для встановлення певного режиму обробки. Інструмент вздовж осі подається автоматично від слідкуючої системи, яка включена у ланцюг генератора і подає інструмент короткими імпульсами.

3.21. АНОДНО-МЕХАНІЧНА ОБРОБКА

Загартовані, виготовлені з твердих сплавів і відновлені наплавленням деталі мають значну твердість поверхні, внаслідок чого їх важко або навіть неможливо обробляти різанням. Для обробки таких деталей можна застосовувати анодно-механічний спосіб, при якому деталь піддається комбінованому електрохімічному, електротермічному і механічному впливу.

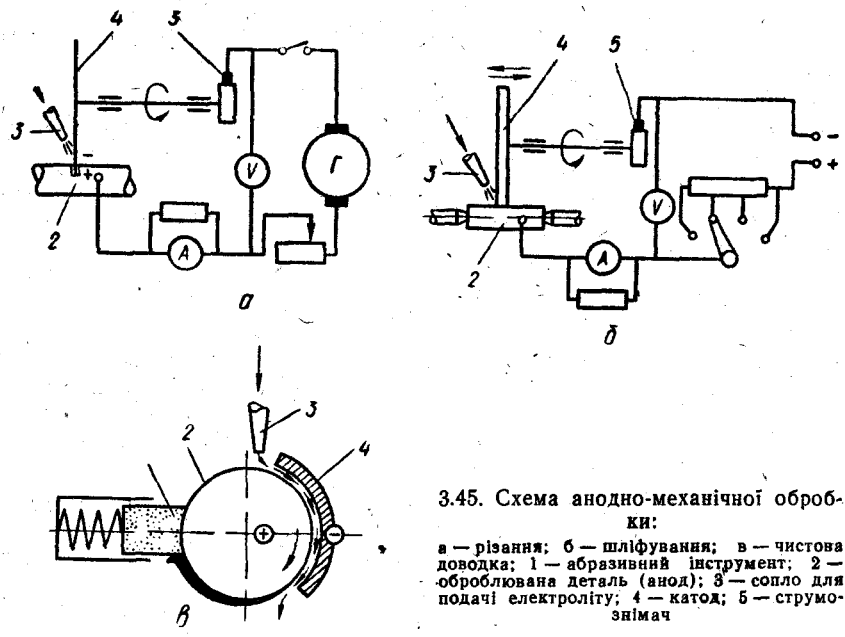
У зону дії оброблювального інструменту вводиться струмінь електроліту, який складається з водного розчину рідкого скла (густина 1,36—1,38 г/см^3) або іншої рідини із вмістом з'єднання кремнієвої кислоти. При пропусканні постійного струму розчин піддається електролізу і на аноді утворюється щільна плівка кремнієкислих з'єднань. Ця плівка видаляється механічною дією катоду (чавунного, стального, мідного диска або абразивного круга).

На рис. 3.45 наведені схеми анодно-механічної обробки для різання заготовок, шліфування і чистої доводки деталей, а у табл. 3.9 — режими.

У випадку застосування струму малих щільностей з'являється електрохімічний ефект і на поверхні деталі розчиняються мікроскопічні виступи. Завдяки дисоціації силікату натрію на поверхні аноду утворюється плівка. Послідовне здирання плівки катодом і розчинення мікровиступів на аноді призводять до поступового згладжування поверхні.

Для одержання високої чистоти поверхні катод не виконує функції інструменту, а є тільки негативним струмопровідним електродом. Плівка ж видаляється дрібнозернистим абразивним бруском або кругом.

Робочою рідиною при доведенні поверхонь деталей є водний розчин фосфорнокислого (NaH_2PO_4), азотнокислого ($NaNO_3$), хлорного (NaCl), сірчаного (NaS) натрію. Для одержання цих розчинів в 1 л води розчиняють відповідно 31, 16, 11 і 16 г цих солей.



3.45. Схема анодно-механічної обробки:

а — різання; б — шліфування; в — чистова доводка; 1 — абразивний інструмент; 2 — оброблювана деталь (анод); 3 — сопло для подачі електроліту; 4 — катод; 5 — струмознімач

3.9. Режими анодно-механічної обробки

Показники	Різання металу діаметром до 300 мм	Загострювання інструменту	Шліфування		
			чорнове	чистове	оздоблювальне
Напруга холостого ходу, В	24—32	20—24	20—24	11—20	6—24
Напруга робочого ходу, В	20—28	10—22	16—20	14—16	4—5
Щільність струму, А/мм²	0,7—5,0	0,01—0,25	0,08—1,5	0,03—0,07	0,005—0,01
Швидкість переміщення електроду, м/с	15—20	12—20	20—30	20—30	0,5—1,0
Питомий тиск, МПа	5—20	2—15	5—15	5—15	5—50
Матеріал електроду	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун, мідь	Електронейтральний інструмент
Інтенсивність знімання металу, мм/хв	2000—6000	1—200	10—300	2—15	2—3
Шорсткість поверхні, мкм	Rz = 80—160	Ra = 0,4—10	Ra = 0,8—2,5	Ra = 0,16—0,63	Ra = 0,025—0,16

3.22. ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

В останні роки для зміцнення і нарощування поверхонь деталей на великих спеціалізованих ремонтних і машинобудівних підприємствах все частіше застосовують лазерну технологію.

Використання лазерної технології може забезпечити нарощування металу, зварювання дефектів глибиною до 0,5 мм, термічну обробку, прошивання отворів, зварювання.

Вона ефективна для місцевого наплавлення площею 50—100 мм^2 з товщиною шару 0,8—1,2 мм, термозміцнення відповідальних ділянок плоских поверхонь деталей, а також циліндричних і складнопрофільних з радіусом кривизни не більше 25 мм.

Слово «лазер» складено з перших літер англійської фрази *«Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation»*, що в перекладі означає посилення світла за рахунок стимульованої емісії, тобто в назві відображена суть роботи лазера, або, як його інакше називають, оптичного квантового генератора.

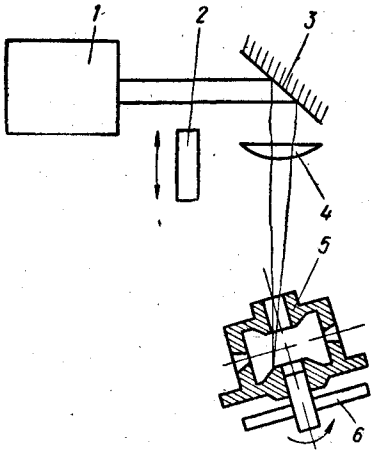
Перевагою лазерної технології порівняно з іншими видами зміцнення або нарощування шару є те, що ця технологія забезпечує локальне поверхневе нагрівання деталі, і не змінює властивостей основної її маси. Зона термічного впливу при лазерному наплавленні залежить від маси деталі і не перевищує 0,4 мм.

Суть лазерної технології полягає в тому, що лазерний промінь створює дуже високі щільності світлової потужності — порядку 10^9 Вт/см^2 і вище. При цьому легко регулюється розмір і положення світлового променя за допомогою дзеркал і фокусуючих лінз.

Діаметр фокусованого променя може змінюватись від 0,01 до 10 мм, а сам переміщуватись по запрограмованим траекторіям будь-якої складності. Промінь не послаблюється повітрям і може передаватися на будь-які відстані. Він не викликає проникаючої радіації, тому захист від опромінення дуже простий — екраном може бути звичайне оргскло.

Основними параметрами лазерних технологій є щільність потужності (P). Якщо $P \leqslant 10^5$ Вт/см^2, його використовують для термічної обробки; $10^5 \leqslant P \leqslant 10^7$ — для зварювання і наплавлення; $P \geqslant 10^8$ Вт/см^2 — для різання і прошивання отворів. При щільності потужності $P \geqslant 10^9$ Вт/см^2 ККД процесу різко знижується внаслідок взаємодії випромінювання з продуктами випаровування матеріалу із зони обробки.

Для зміцнення і нарощування зношених циліндричних поверхонь в основному використовують схему, наведену на рис. 3.46. Обробка циліндричної поверхні більшої довжини, ніж діаметр пучка, здійснюється скатуванням по спіралі, а плоскої — по зигзагу.



3.46. Схема лазерної установки для зміцнення циліндричних поверхонь:

1 — лазер; 2 — вимірювач потужності: 3 — дзеркала; 4 — фокусуюча лінза; 5 — деталь; 6 — пристрій для обертання

На продуктивність процесу впливає траєкторія променя і розмір оброблюваної поверхні деталі.

Лазерне наплавлення можна здійснювати двома методами: шляхом подачі порошку через дозатор у зону променя і нанесенням порошку потрібного складу на деталь у вигляді обмазки (зв'язуюче — клейова сполука — водний розчин оксіетилцелюлози — ОЕЦ або карбоксіметилцеллюлози — КМЦ з розрахунку 8—20 г»л при $t=75$ °С). Витрата порошку першим у 5—6 разів більша, а рівень фізико-механічних властивостей покриття нижчий, ніж при нарощуванні шару другим методом.

Залежно від вимог, що висуваються до якості деталей і їх експлуатаційних властивостей, використовують різні порошкові композиції на основі заліза, нікелю, титану, хрому.

Лазерній обробці деталі піддають після чистової механічної. Оскільки блискуча поверхня деталей при термічному зміцненні відбиває 90 % лазерного випромінювання, перед обробкою на неї наносять різні покриття (краще — оксиди алюмінію, цинку), які збільшують поглинальну властивість. Вони повинні мати підвищену жаростійкість і теплопровідність.

Лазери поділяються на твердотілі і газові — CO_2. Твердотілі застосовують на допоміжних операціях, а також при обробці малогабаритних деталей. Активним середовищем є тверді тіла: рубіни, спеціальне скло, алюмонатрієвий гранат тощо. Їх ККД не перевищує 3 %. У газових лазерів безперервної дії ККД становить 5—10 %. Їх енергетичні параметри можуть змінюватись у широких межах. Вони перспективні для використання в ремонтному виробництві і машинобудуванні.

Оптична система формування і передачі променя у лазерній установці включає дзеркала і лінзи.

Дзеркала виготовляють із металів (мідь, сплави міді і нікелю, нержавіюча сталь) із шорсткістю 0,5—1 мкм, а лінзи — з арсеніду галію, селініду цинку, хлорного натрію.

Якість деталей, термозміцнених і відновлених лазерним променем, залежить від параметрів обробки, маси деталі (визначає інтенсивність тепловідведення), хімічного складу її матеріалу і наплавленого.

Основними критеріями якості є глибина зміцнення, його однорідність, міцність перехідної зони при нарощуванні, рівень і розподіл мікротвердості по перерізу робочого шару. Максимальної глибини загартованого шару досягають тоді, коли температура на поверхні деталі відповідає температурі плавлення. Це забезпечується інтенсивністю теплового джерела, швидкістю обертання та переміщення деталі під час обробки.

Із збільшенням концентрації вуглецю твердість і глибина загартованої зони збільшуються. Підвищення концентрації карбідоутворювальних легуючих елементів (Cr, W, V, M_o) призводить до зростання твердості зміцненої зони, а аустенітоутворювальних елементів (Ni, Mn, Cu) — до її зниження. Термічне зміцнення (загартування) стальних деталей із вмістом вуглецю від 0,006 до 0,78 % забезпечує глибину загартованого шару без оплавлення поверхні до 0,5—0,6 мм, а з високоміцного чавуну — до 1 мм.

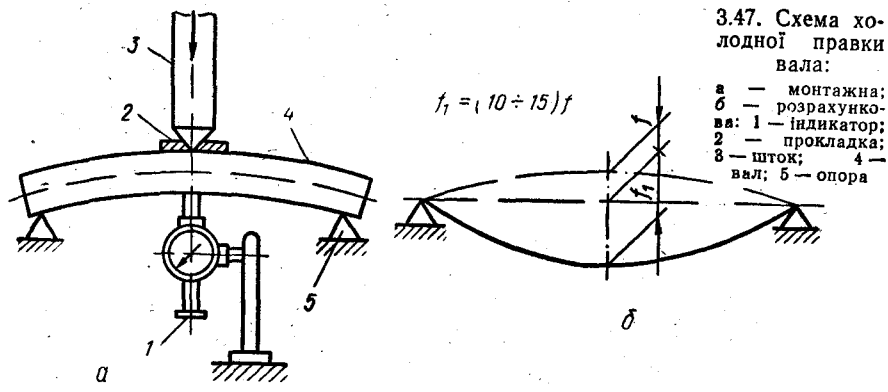
При відновленні деталей лазерним наплавленням твердість робочого шару становить 60—63 HRC, а міцність зчеплення з основним металом — 250 МПа.

3.23. СЛЮСАРНІ РОБОТИ

Випрямляння і рихтування. Випрямляння застосовується для усунення згину, скручування і жолоблення валів, осей, шатунів, кронштейнів, балок, рам і облицювальних деталей сільськогосподарської техніки, виготовлених з тонколистового прокату. Його виконують з використанням пресів, домкратів, скоб, гвинтових пристроїв, кувалд, молотків (стальних, мідних, дерев'яних).

Залежно від ступеня деформації і розмірів деталей використовують механічний, термічний або термомеханічний способи випрямляння.

Механічне випрямляння валів діаметром до 200 мм у холодному стані застосовують у тому випадку, якщо величина (стріла) прогину f (рис. 3.47) не перевищує 1 мм на 1 м довжини вала.



3.47. Схема холодної правки вала:
а — монтажна; б — розрахункова: 1 — індикатор; 2 — прокладка; 3 — шток; 4 — вал; 5 — опора

Для вимірювання стріли прогину вала виправляють центрові отвори і встановлюють вал в центри токарного верстата або спеціального пристрою. За розмір стріли прогину приймають половину числового значення биття вала, яке показує індикатор часового типу.

Для випрямляння вал 4 ставлять на призми або опори 5 гвинтового або гідравлічного преса випуклим боком вверх і перегинають натисканням штока 3 преса через прокладку 2 з кольорового сплаву так, щоб зворотна величина прогину f_1 була в 10—15 разів більша прогину f, який мав вал до випрямляння. Точність випрямляння контролюють індикатором 1.

Прес вибирають за зусиллям випрямляння, яке розраховують за формулою:

$$P = 6{,}8 \cdot 10^3 \sigma_т d^3 / l, \qquad (3.43)$$

де P — зусилля випрямляння, кН; $\sigma_т$ — межа текучості матеріалу вала, МПа; d — діаметр перерізу вала, мм; l — відстань між опорами, м.

Для підвищення стійкості деталі і зняття внутрішніх напруг, які виникають у результаті випрямляння, проводять відпускання при температурі 400—450 °С протягом 0,5—1 год.

Термічне випрямляння полягає у нагріванні обмежених ділянок вала з випуклого боку, внаслідок чого метал прагне розширитися, але протидія сусідніх холодних ділянок призводить до виникнення стискаючих зусиль, які є результатом пластичного зміцнення волокон. Ефективність випрямляння вала залежить від ступеня закріплення кінців: при жорсткому закріпленні прогин усувається у 5—10 разів швидше, ніж при незакріплених кінцях вала. Оптимальна температура нагрівання стальних деталей становить 750—850 °С.

Термомеханічне випрямляння полягає у рівномірному прогріванні деталі по всьому деформованому перерізу з наступним випрямлянням зовнішнім зусиллям. Нагрівання здійснюється газовими пальниками або індуктором до температури відпалення (750—800 °С). Індукційне нагрівання струмами промислової частоти відбувається так. Деталь ізолюють листовим азбестом і обмотують зварювальним кабелем перерізом 80—100 мм² (з розрахунку 16—20 витків на 1 м довжини ділянки, що нагрівається). Зверху кабеля кладуть другий шар азбесту. Струм подається від зварювальних трансформаторів (напруга 50—60 В, сила струму 800—1000 А).

Рихтування застосовується для вирівнювання вм'ятин деталей, виготовлених з тонколистової сталі (капоти, крила, кабіни).

Процес попереднього вирівнювання вм'ятин шляхом вибивання ввігнутої частини панелі до одержання її правильної форми називають вибиванням. Процес кінцевого вигладжування поверхні пі-

ля вибивання називають рихтуванням. При випрямлянні вм'ятини під неї встановлюють підтримку, ударами вибивального молотка по вм'ятині вибивають її до рівня непошкодженої частини поверхні, потім підрівнюють дерев'яною або гумовою киянкою залишені після вибивання нерівності. При випрямлянні вм'ятин дотримуються таких вимог: глибокі вм'ятини без гострих загинів і складок вирівнюють, починаючи із середини і поступово переносячи удари до краю; вм'ятини з гострими кутами вибивають, починаючи з гострого кута або з виправляння складки; пологі вм'ятини виправляють із країв, поступово переносячи удар до середини.

При товщині металу більше 2 мм вм'ятини виправляють із застосуванням газополуменевого нагрівання. Деталі товщиною 2—3 мм нагрівають у зоні виправляння до 650—700 °С, товщиною 4—5 мм — до 850—900 °С. Ширина зони нагрівання не повинна перевищувати п'ятикратної товщини листа. Нагрівання ведуть із випуклого боку вм'ятини, і смуги нагрівання розміщують по схилу випуклості на 80—100 мм від її межі.

При сферичній або овальній формі випуклості смуги нагрівання розміщують за її контуром, а при циліндричній формі — паралельно її твірній.

Зароблювання тріщин і пробоїн. У процесі експлуатації в деталях часто з'являються тріщини і пробоїни, які знижують їх міцність і порушують герметичність деталі. Тріщини у багатьох випадках виникають у корпусних деталях, виготовлених з чавуну, а пробоїни — в деталях з тонколистової сталі. Операцію забивання тріщин і пробоїн виконують слюсарно-механічними способами: встановленням металічних латок, заварюванням, фігурними вставками, штифтуванням.

Встановленням металічних латок відновлюють герметичність корпусних деталей. Крім того, латки використовують для зароблювання тріщин і пробоїн деталей оперення, рам тощо. Їх виготовляють з м'якої листової сталі товщиною 1,5—2 мм, а інколи з листової міді або латуні. Для ремонту оперення беруть матеріал товщиною, рівною товщині деталі. Визначають межі тріщини, зачищають її і засвердлюють кінці. Розмір латки повинен бути таким, щоб вона виходила за краї пробоїни або тріщини на 15—20 мм. Перед встановленням латку і місце тріщини промазують суриком, а при відновленні герметичності під латку ставлять прокладку з пароніту або полотна, а також промазують її суриком або герметизуючим мастилом. Кріплять латку гвинтами або заклепками на відстані 10—15 мм одна від одної.

Заварювання тріщин у деталях з тонколистової сталі проводять газовим зварюванням або зварюванням у середовищі вуглекислого газу. Аналогічно проводять заварювання пробоїни, ставлять латку по формі пробоїни або накладають латку, яка перекриває дефектне місце на 50—60 мм.

Тріщини і пробоїни у деталях з чавуну усувають електродуговим зварюванням у холодному стані методом відпалювальних валиків електродом ЦЧ-4, напівавтоматичним зварюванням у середовищі вуглекислого газу дротом Св-08Г2С, самозахисним дротом ПАНЧ-11, гарячим зварюванням при нагріванні деталі до 600—700 °С чавунними електродами марки А.

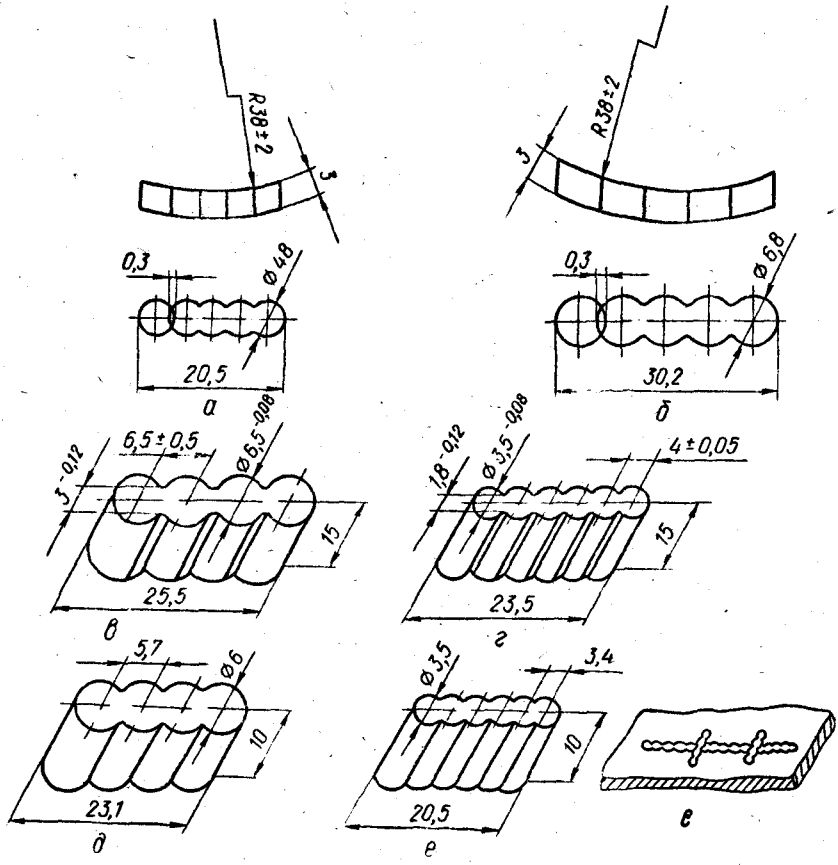
Фігурними вставками ремонтують тріщини у корпусних деталях. Цей спосіб дозволяє відновлювати не тільки герметичність деталі, але й її міцність. Тріщини ремонтують ущільнювальними і стягувальними фігурними вставками, виготовленими із сталі 20 або Ст3.

Технологія ремонту включає одержання в деталі спеціального паза і запресування в нього раніше виготовлених фігурних вставок. До основних деталей оснащення, від яких залежить якість роботи, відносяться кондуктор для свердління паза і сама фігурна вставка.

Ремонт тріщин ущільнювальними фігурними вставками (рис. 3.48, а і б) такий. Поверхню тріщини очищають від бруду і масла. За допомогою магнітного дефектоскопа або іншим способом визначають конфігурацію і межі тріщини і відмічають їх крейдою. Відступивши від кінця тріщини у бік її продовження на 4—5 мм, накернюють і просвердлюють отвір діаметром 4,6 мм на глибину 3,5 мм (діаметр свердла 4,5 мм). Потім за допомогою спеціального кондуктора, електродриля або на свердлильному верстаті свердлять такі ж отвори по всій довжині тріщини, а через кожних п'ять отворів — упоперек тріщини так, як показано на рис. 3.48, є. Просвердлені отвори продувають стиснутим повітрям. Знежирюють поверхні фігурного паза і вставок технічним ацетоном. За допомогою бородка і молотка встановлюють спочатку поперечні, а потім поздовжні фігурні вставки. Перед встановленням бокові поверхні і торці вставок мастять клеєм на основі епоксидних смол. Відремонтовану ділянку зачищають врівень з деталлю і при необхідності перевіряють деталь на герметичність.

При зароблюванні тріщин у товстостінних корпусних деталях рекомендується встановлювати фігурні вставки із заклепками (4,8 мм) у 2—3 шари.

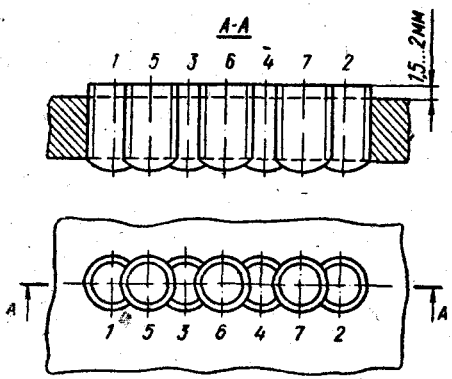
Ремонт тріщин стягувальними фігурними вставками (рис. 3.48, в, г, д і е) подібний ремонту тріщин ущільнювальними вставками. Фігурний паз під стягувальну вставку виготовляють тільки упоперек тріщини. Спочатку за допомогою спеціального кондуктора свердлять шість отворів на глибину 10 мм: три з одного боку тріщини і три з другого. Спеціальним пробійником видаляють перемички між отворами. В одержаний паз запресовують фігурну вставку, попередньо знежиривши і змазавши її епоксидним клеєм. Стягування тріщини відбувається за рахунок різниці розмірів кроку між осями отворів фігурного паза і кроку фігурної вставки.



3.48. Ущільнювальні (а, б) і стягувальні (в, г, д, е) фігурні вставки і свердління отворів упоперек тріщини (ж)

Стягувальними фігурними вставками рекомендується ремонтувати тріщини в блоках циліндрів, розміщених у верхніх перегородках між циліндрами, а також тріщини у головках циліндрів, розміщених у перемичках між клапанними гніздами та між клапанним гніздом і гніздом під камеру згорання.

Штифтуванням заробляють тріщини у деталях, які потребують герметичності (корпуси коробок передач, задніх мостів, водяних сорочок блоків циліндрів). Тріщину по всій її довжині забивають різьбовими штифтами. Спочатку засвердлюють кінці тріщини, нарізають у них різьбу і вставляють штифти. Потім у послідовності, наведеній на рис. 3.49, свердлять отвори і встановлюють решту штифтів. Кожний штифт повинен перекривати сусідній приблизно до $^1/_3$ діаметра. Штифти виготовляють із червоної міді або бронзи.



3.49. Схема зароблювання тріщин штифтами

Після встановлення верхні кінці штифтів розкарбовують, зачищають та інколи пропаюють м'яким припоєм. Цей спосіб дуже трудомісткий і потребує високої кваліфікації слюсаря.

Ремонт різьбових з'єднань. Зношені різьби в деталях відновлюють двома методами: із зміною початкового розміру різьби (спосіб ремонтних розмірів) і без його зміни (способи наплавлення і заварювання, встановлення додаткових деталей, заміною частини деталі). Відновлення різьби без зміни розмірів застосовуються частіше, оскільки при цьому не порушується взаємозамінність і не зменшується міцність з'єднання.

Зовнішню різьбу відновлюють декількома способами. При зриванні менше двох ниток різьби її калібрують за допомогою різьбонарізного інструменту.

Під час ремонту різьби на валах замінюють зношену різьбову частину деталі або наплавляють метал на поверхню різними способами, потім виконують механічну обробку і нарізають різьбу нормального розміру. Основний недолік такого способу — зниження втомленої міцності деталі до 10—30 % і можливість пропалювання тонкостінних деталей.

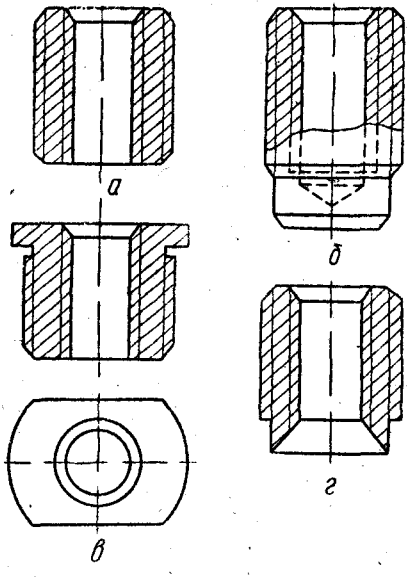
Болти бракують у випадку зношування головок і різьби, зривання понад 2 ниток різьби.

Різьбові отвори мають такі основні дефекти: зрив, забивання, зминання та викришування окремих витків, зношування за внутрішнім і середнім діаметрами різьби. Для ремонту застосовують заварювання з наступним свердлінням і нарізанням різьби номінального розміру, встановлення вкруток і спіральних вставок, нарізання різьбового отвору більшого розміру на новому місці.

Основним недоліком заварювання отворів з наступним свердлінням і нарізанням різьби номінального розміру є велика зона термічного впливу, що призводить до зміни структури основного металу, відбілення чавуну, утворення тріщин і жолоблення, зниження міцності різьби майже в 2 рази.

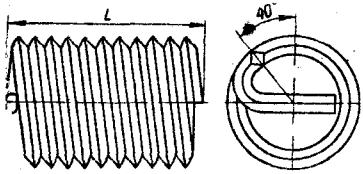
Вкрутки (рис. 3.50) вставляють у попередньо нарізаний отвір деталі. Для запобігання викручуванню ставлять стопорні шпильки або приклеюють компаундом. Зовнішній діаметр вкрутки визначають за формулою:

$$D = d\sqrt{\sigma_1/\sigma_2}, \qquad (3.44)$$



3.50. Основні типи вкруток:
а — пряма відкрита; б — пряма закрита; в — пряма відкрита з буртиком під ключ; г — ступінчаста під розвальцьовування нижнього кінця

3.51. Різьбова спіральна вставка



де d — зовнішній діаметр різьби болта: σ_1, σ_2 — межа міцності відповідно матеріалу болта і корпуса.

Висота вкрутки дорівнює товщині матеріалу корпуса, але не менше $3d$.

Такий спосіб відновлення різьби трудомісткий, складний і не може застосовуватись, якщо конструкція деталі не дозволяє збільшити отвір.

Висока якість різьбового з'єднання досягається застосуванням спіральних вставок (рис. 3.51).

Вставку виготовляють із нержавіючого дроту Х18Н10Т ромбічного перерізу у вигляді спіралі.

Випускається комплект інструменту для ремонту різьбових отворів спіральними вставками. Він має свердла, мітчики, ключі для вкручування спіральних вставок, бородки для видалення технологічного повідка, тригранні ключі для викручування бракованих вставок, набір спіральних вставок.

Технологія встановлення спіральної вставки складається із свердління отвору під потрібний розмір, нарізання різьби з тим же кроком, встановлення спіральної вставки необхідного розміру технологічним повідком донизу в монтажний інструмент, закручування її у підготовлений отвір і видалення технологічного повідка із вставки спеціальним бородком. Вкручена спіральна вставка повинна заглиблюватись у поверхню деталі на 0,5—1 мм.

Перевага цього способу полягає в тому, що завдяки рівномірному розподілу навантаження за витками і збільшенню діаметра значно підвищується міцність з'єднання, особливо в алюмінієвих і чавунних деталях. Цим способом можна відновлювати різьбові отвори у тонкостінних деталях.

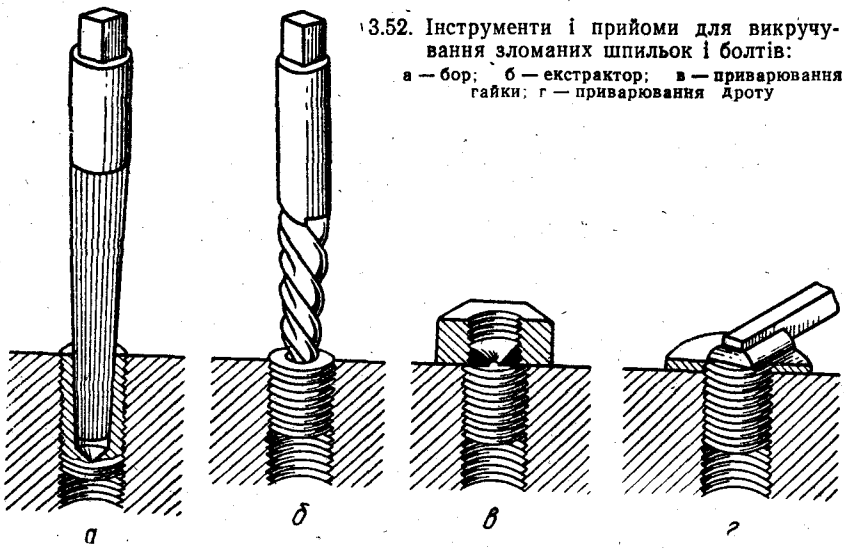
Свердління отворів і нарізання різьби на новому місці можна застосовувати тільки для окремих груп деталей, у яких розміщен-

ня різьбових отворів може бути змінене без порушення взаємозамінності (маточини, барабани, фланці тощо).

Видалення зламаних болтів і шпильок виконують за допомогою електроерозійної обробки, приварювання до зламаних болтів і шпильок гайок або пластин.

Електроерозійною обробкою бором і екстрактором видаляють зламані шпильки і болти, якщо зламаний кінець розміщений нижче рівня поверхні деталі. Для цього деталь занурюють у ванну з гасом. Обламаний кінець болта або шпильки руйнують дією мідного електроду — інструменту на грубому режимі. Якщо діаметр зламаної шпильки великий, інструмент (електрод) беруть квадратного перерізу, а у шпильці прошивають квадратний отвір на глибину 10—15 мм і потім пробковим ключем викручують її.

Бором (рис. 3.52, а) зламану шпильку викручують шляхом свердління у шпильці отвору, забивання у нього бору який являє



3.52. Інструменти і прийоми для викручування зломаних шпильок і болтів:
а — бор; б — екстрактор; в — приварювання гайки; г — приварювання дроту

собою загартований конічний стержень з гострими прямими зубами і головкою під ключ або вороток. Забитий бор щільно зчеплюється з тілом шпильки або болта, що дозволяє їх викрутити. Після видалення обламаної частини різьба калібрується відповідним мітчиком.

Екстрактор (рис. 3.52, б) являє собою конічний стержень, на якому нарізані п'ять лівих спіральних канавок. У центрі злому свердлять отвір на всю його довжину, забивають екстрактор у висвердлений отвір і викручують обломок із різьбового отвору.

Приварювання гайок і дротів до зламаних болтів і шпильок застосовують у тому випадку, коли зламаний кінець болта або

шпильки знаходиться на рівні поверхні або вище її. Якщо він розміщений на рівні поверхні деталі (рис. 3.82, в), то на нього накладають гайку меншого розміру і приварюють. Обертаючи гайку, викручують обломок з різьбового отвору.

Якщо зламаний кінець болта чи шпильки виступає над поверхнею деталей (рис. 3.52, г), то на нього надівають шайбу і приварюють стальний дріт, за який викручують обломок.

4. ТЕХНОЛОГІЯ УСУНЕННЯ ДЕФЕКТІВ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ *

4.1. ОСНОВИ УНІФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Для ремонтних підприємств характерна низька серійність виробництва, тобто при великій номенклатурі деталей, які підлягають відновленню (нараховується кілька тисяч найменувань), кількість деталей одного найменування може становити лише кілька сотень на рік. Отже, якщо на підприємстві розробляти технологію і організовувати виробництво кожного найменування деталі, суттєво збільшаться витрати на підготовку виробництва, неможливо завантажити обладнання, застосувати спеціальне оснащення тощо.

Але багато деталей сільськогосподарської техніки мають схожі геометричну форму, конструктивні елементи, дефекти, матеріал тощо. Тому можна підібрати ряд деталей, подібних за конструктивно-технологічними характеристиками, для яких можна використати однакову оптимальну технологію відновлення (уніфіковану технологію).

Уніфікована технологія дозволяє прискорити підготовку виробництва, застосувати оптимальний склад обладнання, використовувати переналагоджене оснащення, зменшити кількість інструменту, скоротити об'єм технічної документації.

Технологічну уніфікацію проводять у двох напрямках: типізація технологічних процесів та груповий метод обробки.

Типізація технологічних процесів полягає у розробці процесів ремонту (відновлення) групи деталей із загальними конструктивними та технологічними ознаками.

Існують типові технологічні процеси відновлення гільз циліндрів, шатунів, поршневих пальців, колінчастих валів тощо.

Груповий метод обробки полягає у розробці процесів ремонту (відновлення) групи деталей з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками.

---

* У розділі використані дані досліджень, проведених під керівництвом М. С. Пилипенка.

Такий метод може бути використаний при відновленні шліцьових валів, дисків, важелів, вилок переключення передач, корпусів та інших груп деталей.

Уніфікація технології грунтується на технологічній класифікації деталей. У машинобудуванні та ремонтному виробництві існує ряд класифікацій деталей машин за різними ознаками.

Для подальшого вивчення технології відновлення типових деталей використана класифікація, розроблена на кафедрі ремонту машин ХІМЕСГ (табл. 4.1).

4.1. Класифікація деталей сільськогосподарської техніки

Клас	Підклас	Основні технологічні завдання відновлення
01. Стержні круглі	01.1. Вали гладенькі і ступінчасті	Відновлення зовнішніх елементів обертання, в основному циліндричних
	01.2. Вали шліцьові	Відновлення шліцьової частини і циліндричних поверхонь обертання, необхідність термообробки
	01.3. Вали колінчасті	Відновлення ексцентрично розміщених поверхонь
	01.4. Вали розподільні	Відновлення потрібно профілю кулачків
02. Циліндри порожнисті	02.1. Стакани, маточини, втулки	Відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання
	02.2. Гільзи циліндрів	Відновлення внутрішніх і зовнішніх циліндричних поверхонь
03. Диски	03.1. Диски, маховики, шківи	Відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь, які відрізняються великими діаметральними розмірами; необхідність балансування більшості деталей
	03.2. Котки, напрямні колеса	Те ж, що і 03.1, але великі зноси поверхонь вимагають особливих способів відновлення (заливання рідким металом, встановлення бандажів, електрошлакового наплавлення тощо)
04. Дрібні деталі	04.1. Поршневі пальці	Відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь специфічними способами (гідротермічним роздаванням, гарячим розкатуванням тощо)
	04.2. Валики вентиляторів і штовхачів, осі шестерень	Відновлення зовнішніх поверхонь з незначними зносами (переважно гальванічними способами)
05. Колеса зубчасті	05.1. Шестерні	Відновлення зубчастого вінця
	05.2. Зірочки	Відновлення зубів і западин зірочок
06. Важелі	06.1. Шатуни	Відновлення нижньої і верхньої головок шатуна і кришки з високою точністю обробки і взаємного розміщення
	06.2. Тяги, важелі	Відновлення отворів і торців головок із заданою точністю їх взаємного розміщення
07. Корпусні деталі	07.1. Блоки циліндрів	Відновлення тріщин у перемичках між отворами під гільзи, поверхонь і неспіввісностей отворів під вкладиші

Продовження табл. 4.1.

Клас	Підклас	Основні технологічні завдання відновлення
	07.2. Головки блока циліндрів	Відновлення клапанних гнізд, площини прилягання до блока
	07.3. Корпуси	Відновлення циліндричних і плоских поверхонь з високими вимогами до точності їх обробки і просторового розміщення, зароблювання тріщин
08. Деталі просторові тонкостінні	08.1. Кришки, кожухи, картери	Відновлення плоских поверхонь, зароблювання тріщин, відновлення гладеньких і різьбових отворів
	08.2. Тонкостінні деталі облицювання	Усунення вм'ятин, зароблювання тріщин
09. Деталі площинні	09.1. Вилки переключення передач	Відновлення плоских робочих поверхонь
10. Деталі профільні	10.1. Лемеші, лапи, диски сошників	Відновлення лез і проектної геометрії деталей
11. Пружини, ресори	11.1. Пружини	
	11.2. Ресори	
12. Деталі спеціальні	Радіатори, ланки гусениць тощо	Деталі мають специфічну технологію відновлення

В основу класифікації покладені такі конструктивно-технологічні ознаки: геометрична форма деталі; конструктивні характеристики відновлюваних елементів; види та повторюваність дефектів; розмірна та вагова характеристики; розміри відновлюваних конструктивних елементів; характеристика зносів; матеріал деталі та вимоги за міцністю; точносні характеристики.

З урахуванням спільності вказаних ознак всі деталі сільськогосподарської техніки можна розділити на 12 класів, а потім клас можна розбити на ряд підкласів.

Значення та межі вимірювання розмірно-точносних характеристик деталей тракторів, комбайнів, автомобілів та сільськогосподарських машин стосовно найбільш масових підкласів наведені у табл. 4.2.

Розробка уніфікованої технології здійснюється у такій послідовності:

класифікація деталей, які підлягають відновленню, об'єднання деталей у групи, попередній вибір типових представників;

кількісна оцінка груп деталей, визначення річної програми відновлення та встановлення ступеня уніфікації технічних процесів (одиничні, типові, групові);

аналіз повторюваності дефектів, встановлення доцільності усунення всіх дефектів, особливо з низькою повторюваністю, які потребують спеціальних методів усунення або обладнання;

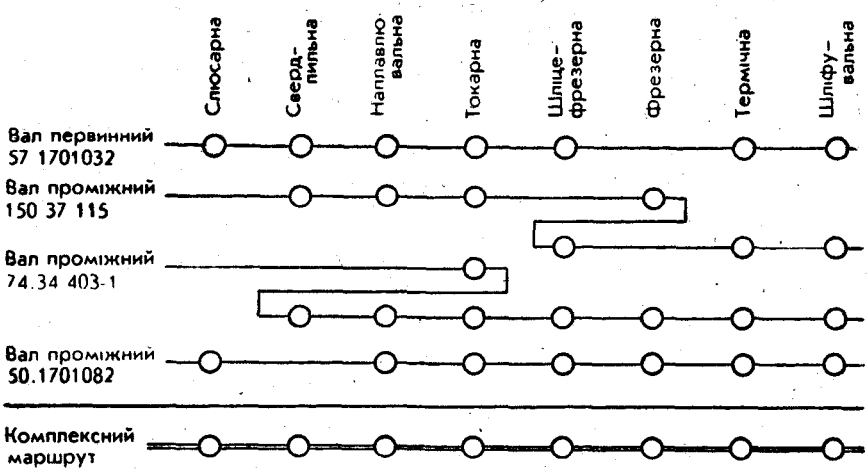
вибір найпрогресивніших методів усунення дефектів з урахуванням зносів, які забезпечують мінімальні припуски на обробку,

Підклас	Маса деталі, кг	Габаритні розміри деталі, мм		Зовнішні посадочні поверхні, мм	
		ширина (діаметр), мм	довжина, мм	діаметр	довжина
01—1 Вали гладенькі	0,17—24	15—220	100—1600	15—140	10—430
01—2 Вали шліцьові	1,2—17,3	24—300	200—1590	20—110	10—100
02—2 Стакани, маточини, втулки	0,37—17,5	70—350	30—200	52—240	8—150
03—1 Маховики, шківи, диски	0,74—51	100—518	15—162	55—500	—
0,6—2 Тяги, важелі	0,1—5	—	50—550	—	—
0,7—2 Корпуси	8,4—231,6	109—527	340—1614	—	—
09 Деталі площинні	0,3—2	25—258	80—300	—	—

і орієнтування на наявне обладнання або таке, що можна придбати чи виготовити;

встановлення технологічних баз, які забезпечують точність та надійність базування. Як правило, за бази вибирають найменш зношені поверхні, або ті, що застосовувались при виготовленні деталей;

складання технологічних маршрутів обробки: розробляється комплексна деталь або комплексний маршрут (рис. 4.1) і визна-



4.1. Схема комплексного технологічного маршруту

раметрів деталей

Внутрішні посадочні поверхні, мм		Діаметр допоміжних отворів, мм	Допустимі зноси поверхонь, мм		Точність відновлюваних поверхонь, квалітет	Шорсткість, мкм
діаметр	довжина		зовнішніх	внутрішніх		
—	—	8—50	0,02—0,70	—	7—11	0,25—40
—	—	—	0,02—0,80	—	7—10	0,50—20
35—150	10—100	8,5—25	0,015—0,54	0,015—0,074	7—10	0,25—5,0
16—205	10—100	5—30	0,04—0,80	0,03—0,86	7—12	0,25 - 20
—	—	8—50	0,12—3,0	0,03—2,15	7—14	0,8—6,3
50—298	10—150	10—150	—	0,03—0,23	7—10	0,40
—	—	15—22	0,1—2,0	0,072—0,37	8—14	0,8—6,3

чається послідовність операцій та склад обладнання. При виборі типів та типорозмірів обладнання необхідно, щоб характеристики обладнання відповідали розмірно-точносним параметрам відновлюваних деталей;

розробка технологічних операцій, вибір їх структури, конструювання або вибір універсального переналагодженого оснащення, встановлення раціонального переходу, нормування операцій.

4.2. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ «СТЕРЖНІ КРУГЛІ»

Вали гладенькі і ступінчасті є тілами обертання з гладенькою або ступінчастою зовнішньою поверхнею і, в окремих випадках (до 7 % деталей), з наявністю фланця.

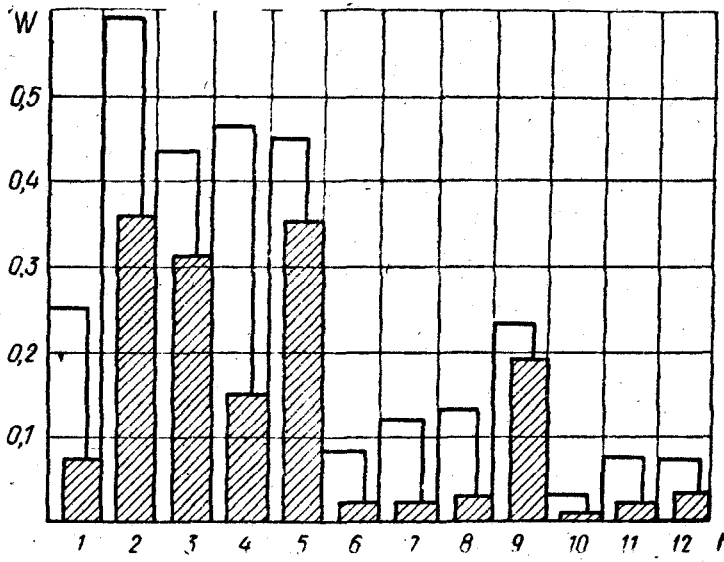
Виготовляються вали переважно з вуглецевих сталей (45, 35, 50), близько 25 % найменувань деталей — із легованих сталей 40Х, 25ХГТ, 50Г, 18ХГТ і 4 % зі сталей звичайної якості (переважно деталі комбайнів).

Близько 70 % деталей мають довжину до 600 мм і діаметр до 85 мм і лише 3 % деталей — конструктивні елементи діаметром 155—220 мм. Довжина більшості зовнішніх відновлюваних поверхонь не перевищує 80 мм. Шпонкові канавки шириною 6—10 мм.

Допускається непаралельність осей — у 10 % деталей; радіальне биття (0,03—0,10 мм) — у 30; торцеве биття — у 5 % деталей.

10 % деталей даного підкласу мають посадочну поверхню з міцністю HRC_e 40.

Дефекти деталей підкласу «Вали гладенькі і ступінчасті» зображені на рис. 4.2.



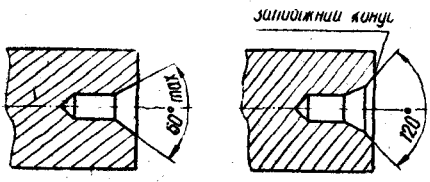
4.2. Характеристика дефектів деталей підкласу «Вали гладенькі і ступінчасті»:
n — назва дефектів; *W* — середня повторюваність дефектів: 1 — згин деталі, 2 — зношування поверхні під підшипники кочення; 3 — зношування поверхні під підшипники ковзання; 4 — зношування, пошкодження зовнішньої різьби; 5 — зношування шпонкових пазів; 6 — зношування, пошкодження різьбових отворів; 7 — зношування осьових отворів; 8 — зношування допоміжних отворів; 9 — зношування поверхонь нерухомих спряжень; 10 — биття фланців; 11 — тріщини у зварних швах; 12 — зношування лисок

Наявність дефектів циліндричних поверхонь контролюється мікрометром (ціна поділки 0,01 мм), згин деталі і биття фланців — індикатором (0,01 мм) на штативі, знос конічних, фасонних та різьбових поверхонь — шаблонами та калібрами.

Найбільша повторюваність дефектів зовнішніх циліндричних поверхонь, причому у 60 % деталей підлягають відновленню дві, а в деяких деталях 3—4 і навіть 5 циліндричних поверхонь. Досить часто вали мають дефекти шпонкових пазів і зовнішньої різьби.

Допустимий знос посадочних місць під підшипники кочення не перевищує 0,07 мм, а під сальники і манжети може досягати 0,5—0,8 мм. Граничним зносом шпонкових канавок є збільшення його по ширині на 15 %.

У деталях даного класу технологічними базами є центрові отвори, які мають дві основні форми (рис. 4.3).



4.3. Форми центрових отворів валів

Перед відновленням центрові отвори перевіряють (візуально) і, при необхідності, виправляють центрувальними свердлом або

зенківкою чи проточуванням різцем на токарному верстаті (деталь базується за найменш зношеною поверхнею).

У випадку відсутності центрових отворів базами є найменш зношені поверхні.

Технологічний маршрут. Після дефектації та сортування виправляють центрові отвори (вертикально- або радіально-свердлильний верстат типу 2Н135, 2Н53 з пристроями).

Вали, які потребують правки, подають на прес (П6126А). Після правки наплавляють різьбові частини, циліндричні поверхні, заплавляють шпонкові пази. Для цього використовують наплавлення у середовищі вуглекислого газу (азоту, аргону, гелію) вуглецевим (Нп-30, Нп-40), легованим (Нп-30ХГСА, Нп-65Г) або високолегованим (Нп-30ХН13, Нп-40ХН13) дротом діаметром 1,2—1,8 мм. Інколи застосовують порошковий електрод (ППАН-122, ППАН-125) діаметром 2,6—3,2 мм.

Може застосовуватись також газополуменеве та плазмове напилення чи наплавлення, залізнення у ванні або натирання. При відновленні посадочних поверхонь гладеньких валів приварюванням стальної стрічки їх спочатку шліфують, а потім приварюють стрічку і знову шліфують до розміру за кресленням.

Наплавлені вали нормалізують на установці СВЧ при температурі 880—920 °С, потім охолоджують на повітрі. Нормалізація поліпшує мікроструктуру металу, знижує його міцність до 250 НВ і внутрішні напруження та поліпшує оброблюваність лезовим інструментом.

Виконують токарну (верстати 16К20, 1В62Г) і фрезерну (6Т13) механічну обробку. Після цього здійснюють загартування поверхонь на установці СВЧ, правку на пресі, шліфування (верстати МШ-355, ЗБ 451), слюсарну обробку, очищення, консервацію.

З метою підвищення міцності поверхневого шару і збільшення ресурсу деталі доцільно застосовувати такі методи зміцнювальної технології, як алмазне вигладжування, обкатування кульками, віброобкатування, лазерне зміцнення.

Пошкодження різьби в окремих випадках може бути усунено також:

прогонкою її плашкою (мітчиком);

обточуванням (розсвердленням) зношеної різьби з наступним нарізанням різьби ремонтного розміру;

вібродуговим наплавленням без подачі охолоджувальної рідини, обточуванням та нарізанням різьби розміру за кресленням.

Шпонковий паз можна відновити фрезеруванням під збільшений ремонтний розмір та виготовленням ступінчастої шпонки; фрезеруванням паза нормального розміру на новому місці.

Вали шліцьові. Особливістю шліцьових валів є наявність однієї (до 70 % деталей) або кількох зовнішніх шліцьових поверхонь.

Крім шліців, ці деталі мають 1—5 циліндричних поверхонь, 50 % деталей мають різьбові кінці.

Довжина деталей змінюється у значних межах, але 60 % деталей мають довжину до 500 мм, найбільший діаметр 80 % деталей не перевищує 100 мм.

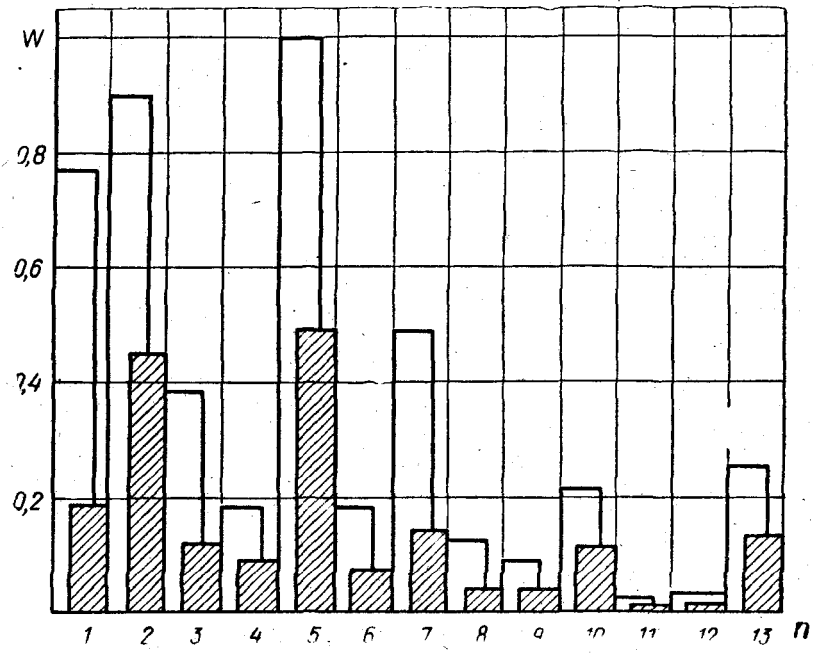
Шліцьова частина довжиною переважно до 100 мм, а діаметром у межах 30—40 мм або 50—60 мм. Ширина шліців 6—14 мм.

До 60 % шліцьових валів виготовлені з легованих сталей (40Х, 38ХС, 18ХГТ, 20ХНР тощо), решта — з вуглецевих якісних сталей 45, 40, 35.

Вимоги до міцності шліцьових поверхонь знаходяться в межах $38 \leqslant HRC \leqslant 52$.

Дефекти деталей підкласу «Вали шліцьові» зображені на рис. 4.4.

Контроль зносу шліцьових поверхонь проводять мікрометром (0,01 мм) та штангенциркулем (0,05 мм або 0,1 мм).



4.4. Характеристика дефектів деталей підкласу «Вали шліцьові»:

n — назва дефектів; *W* — середня повторюваність дефектів; 1 — згин деталі; 2 — зношування поверхні під підшипники кочення, 3 — зношування поверхні під сальники, манжети; 4 — зношування поверхонь нерухомих спряжень; 5, 6 — зношування шліців відповідно за товщиною і на конус; 7 — зношування зовнішньої різьби; 8 — зношування, пошкодження різьбових отворів; 9 — зношування осьових отворів; 10 — зношування, пошкодження зубів шестерень; 11 — зношування внутрішніх поверхонь під підшипники; 12 — зношування осьових різьбових отворів; 13 — зношування внутрішніх шліців

З ремонтного фонду деталей 35—75 % матимуть знос шліців за товщиною, 15—65 % — на конус і практично кожна деталь буде з дефектами циліндричних поверхонь.

Допустимі зноси шліцьових поверхонь за товщиною знаходяться в межах 0,05—2 мм, при середньому значенні 0,55 мм. Знос понад 1 мм матимуть шліци не більше 10 % деталей. Знос шліців по зовнішньому діаметру становить 0,1—0,2 мм.

Технологічний маршрут усунення дефектів включає: миття, дефекацію, виправлення центрових отворів, правку, наплавлення (шліців, посадочних місць, різьби, шпонкових пазів), нормалізацію СВЧ, правку, механічну обробку, загартування СВЧ з відпуском у печі, шліфування (посадочних місць, шліців по зовнішньому діаметру), слюсарну обробку, миття, контроль, консервацію.

Шліцьові поверхні відновлюють наплавленням, приварюванням присадного матеріалу з наступним осадженням і пластичним деформуванням шліців.

Компенсація зношеного шару шліців механізованим наплавленням здійснюється дротом Нп-30ХГСА або Нп-65Г під шаром флюсу (АН-60, АН-348А) у середовищі вуглекислого газу. Наплавлення може проводитись по гвинтовій лінії або вздовж бокової поверхні шліців. Після обточування шліци фрезерують на шліцювально-фрезерному верстаті (5350А). У ХІМЕСГ розроблений спосіб, за яким вал по установочним отворам орієнтують на шліци фрезерного верстата так, що зрізання наплавленого шару металу проводиться з робочої поверхні шліця на величину, яка перевищує величину зносу. При цьому методі обробки у спряженні працюють шліци поверхнею основного металу вала.

Приварювання пластин на попередньо проточену поверхню шліців проводиться віброконтактним способом з одночасним осадженням зварювальними роликами та роздаванням шліців по ширині. Після цього виконують точіння по зовнішньому діаметру та шліфування бокових поверхонь вздовж твірної. При цьому способі невисоке нагрівання деталі зменшує короблення, але нерівномірні і великі зноси важко усунути.

Компенсація зносу шліців пластичним деформуванням проводиться шляхом роздавання холодним способом шліців конусними роликами (HRC_e 54—56) при проштовхуванні вала гідравлічним пресом через спеціальну головку. Перед роздаванням проводиться нормалізація вала (нагрівання до 800—850 °С з охолодженням на повітрі). Канавку, яка утворилась після роздавання, заплавляють, шліци калібрують або шліфують по зовнішньому діаметру та боковим поверхням. Спосіб ефективний при зносах шліців по товщині не більше 0,7 мм.

Колінчасті вали. Особливості ремонту (відновлення) колінчастих валів полягають в усуненні дефектів на ексцентрично розміще-

них поверхнях (шатунних і корінних шийках), виконаних з високою точністю.

Виготовляють колінчасті вали переважно зі сталі (45, 50, 50Г) або високоміцного чавуну (СМД-18, СМД-22, ЗМЗ-53). Твердість поверхонь шийок HRC_e 45—62.

Колінчасті вали можуть мати такі дефекти: тріщини, обломи; згин вала, знос корінних та шатунних шийок; биття торцевої поверхні фланця; знос шийки під шестерню і маточину шківа; знос шпонкової канавки за шириною; знос отвору під болти кріплення маховика.

Під час шліфування корінних шийок вал встановлюють у центрах, фланцем до задньої бабки. При проточуванні центрових отворів базовими є шийки під шестерню та зовнішній діаметр фланця.

Технологічний маршрут: заварювання шпонкового паза; наплавлення шийок конічних поверхонь під шків, передню противагу і шестерню; проточування центрових отворів і наплавлених поверхонь; шліфування корінних і шатунних шийок, наплавлених поверхонь; перевірка наявності тріщин на шийках; розточування отвору під втулку, запресовування втулки; фрезерування шпонкових пазів, закруглення фаски та кромки масляних каналів; полірування корінних і шатунних шийок; розвертання отворів під штифт, запресування штифта; балансування колінчастого вала.

Усунення дефектів на корінних і шатунних шийках здійснюється шляхом перешліфовування їх під один з ремонтних розмірів (розмір під ремонтний розмір для різних двигунів зменшують на 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5 мм). Шліфують шийки на круглошліфувальному верстаті типу ЗА432 шліфувальним кругом 14А40-ПСМ27К5 35 м/с 1 кл при режимах: швидкість обертання круга — 35 м/с, деталі — 15—25 м/хв, поперечна подача круга — 0,02—0,03 мм. Під час шліфування необхідно витримувати радіус галтелей і не збільшувати довжину шатунних шийок. Спочатку шліфують шатунні шийки, для чого вал встановлюють у центрозмішувачі, які забезпечують відповідність радіуса кривошипа. Шліфування починають від першої шийки.

Для одержання необхідної шорсткості поверхні шийки піддають суперфінішуванню або полірування.

Шийки валів, які вийшли за межі останнього ремонтного розміру, нарощують за одним із таких варіантів технологічних процесів:

наплавлення дротом Нп-30ХГСА під флюсом АН-348-А, нормалізація, проточування шийок, загартування СВЧ, шліфування і полірування;

наплавлення дротом Нп-80, високотемпературний відпуск, проточування шийок, загартування СВЧ, шліфування і полірування;

наплавлення шийок пружинним дротом другого класу із вмістом 0,7—0,8 % вуглецю під легуючим флюсом (флюс

АН-348-А-95,5 %, порошковий графіт — 2,5, ферохром порошковий — 2 %), попереднє і заключне шліфування та полірування шийок.

Вали, виготовлені зі сталі з високим вмістом вуглецю (50Г, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238), важко піддаються наплавленню під флюсом через утворення тріщин. Тому для таких валів частіше застосовують плазмово-дугову або газову металізацію.

Розроблена технологія наплавлення чавунних колінчастих валів з автономною термічною обробкою наплавлених галтелей дротом Св-0,8Г2С у середовищі CO_2+35 % O_2 (після наплавлення галтелей проводять об'ємне відпалювання другого роду). Потім нарощують шийку вала стійким проти зношування і проводять механічне деформування металу на межах дільниць, наплавлених різним способом.

У **розподільних валах** треба відновлювати профіль кулачків. Виготовляють розподільні вали з вуглецевих якісних сталей (45) або чавуну.

Способи відновлення:

обробка під ремонтний розмір за копіювачем для одержання профілю кулачка еквідистантного по відношенню до профілю нового кулачка. При цьому забезпечується те ж піднімання клапана, але змінюється закон його руху;

нарощування кулачка різними способами наплавлення — вібродуговим, електродуговим у середовищі вуглекислого газу або аргону, лазерним або плазмовим наплавленням;

нарощування кулачків металізацією, хромуванням, електроконтактним напіканням порошків.

Обробляють кулачки за три етапи:

попереднє (обдирне) шліфування кругами ПП600×30524А 40-П СМ1-СМ-2 6К5 на режимі: радіальна подача 0,05 мм/об, швидкість обертання вала — 30 м/хв, круга — 40 м/с;

заключне шліфування кругами ПП600×40×305 24А 25-П СМ1-СМ2 5К8 на режимі: радіальна подача 0,005 мм/об, швидкість обертання круга — 35 м/с. Припуск на наступне полірування повинен становити 0,005 мм;

полірування кулачків шліфувальними шкурками на тканинній основі зернистістю 8—4 на токарних або шліфувальних верстатах із застосуванням вібраційно-стрічково-полірувальної головки (ВСПГ). Полірування може проводитись повстяними або фетровими кругами із використанням пасти ГОІ або алмазного вигладжування.

Шорсткість кулачків повинна становити R_a=0,5—0,32 мкм.

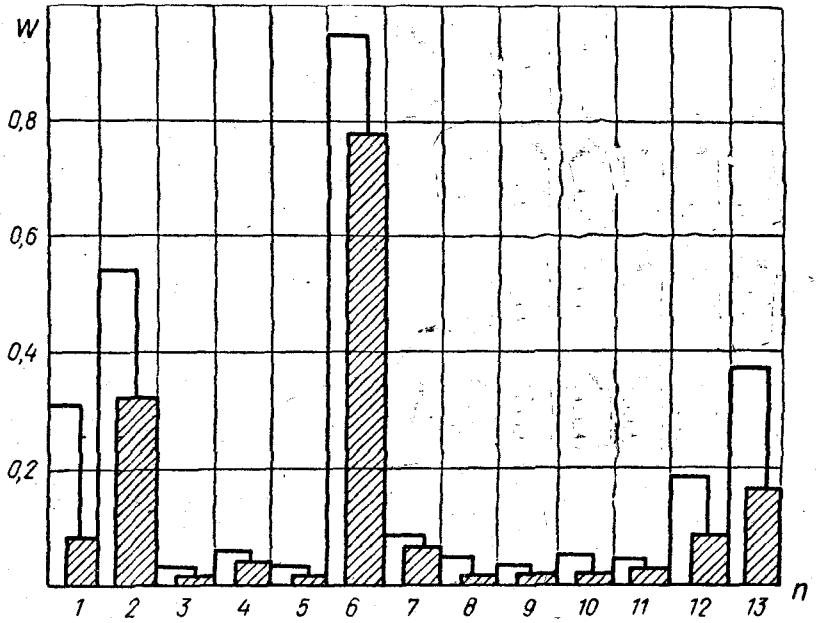
4.3. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ «ЦИЛІНДРИ ПОРОЖНИСТІ»

Стакани, маточини, втулки являють собою тіла обертання з довжиною, меншою діаметрального розміру, і циліндричними зовнішніми і внутрішніми поверхнями, які є переважно посадочними місцями під підшипники кочення.

Найбільший зовнішній діаметр більшості деталей становить 100—200 мм, а внутрішній — 35—150 мм. Діаметр торцевих отворів коливається у межах 8,5—25 мм, а 60 % різьбових отворів — 6—10 мм.

Деталі даного підкласу виготовляють із сірого (СЧ18-36, СЧ21-40, СЧ28-40) та ковкого чавуну (КЧ33-8, КЧ35-10), із якісної сталі.

Дефекти деталей даного підкласу зображені на рис. 4.5.



4.5. Характеристика дефектів деталей підкласу «Стакани, маточини, втулки»: *n* — назва дефектів; *W* — середня повторюваність дефектів; 1 — тріщини, зломи; 2 — зношування зовнішніх циліндричних поверхонь; 3 — зношування зовнішніх шліців; 4 — пошкодження зовнішньої різьби; 5, 6 — зношування відповідно цапф і внутрішніх циліндричних поверхонь; 7 — зношування торцевих плоских і ступінчастих поверхонь; 8 — зношування внутрішніх шліців; 9 — зношування конічних і сферичних внутрішніх поверхонь; 10, 11, 12, 13 — зношування відповідно внутрішньої різьби, шпонкових канавок, торцевих і різьбових отворів

Контролюють знос поверхонь індикаторними нутромірами (0,01 мм) і мікромірами (0,01 мм).

Допустимі зноси зовнішніх циліндричних поверхонь знаходяться у межах 0,01—0,54, а внутрішніх 0,01—0,29 мм.

При обробці деталей підкласу повинна забезпечуватись концентричність зовнішніх поверхонь відносно отвору та перпендикулярність торців до осі отвору.

Це вирішується трьома способами:

обробкою зовнішніх поверхонь, отворів і торцевих поверхонь за одне встановлення;

обробкою всіх поверхонь за два встановлення та за дві операції з базуванням *при остаточній обробці отвору по зовнішньому* діаметру;

обробкою всіх поверхонь за два встановлення або дві операції з базуванням при остаточній обробці зовнішньої поверхні за отвором.

Технологічний маршрут. Тріщини і обломи, які не виходять на поверхню, що обробляється, усувають електродуговим зварюванням.

Знос внутрішніх поверхонь усувають встановленням вкрутних кілець, залізненням, встановленням ремонтної втулки на клею, вібродуговим наплавленням.

Зовнішні циліндричні поверхні нарощують залізненням або наплавленням.

Різьбові отвори відновлюють нарізанням ремонтної різьби або встановленням вкруток з наступним нарізанням різьби за робочим кресленням.

Шпонкові канавки заплавляють та протягують.

Гільзи циліндрів двигунів сільськогосподарської техніки мають внутрішній діаметр 100—150 мм, довжину 200—400 мм, зовнішній діаметр 125—180 мм.

Виготовляються із сірого (СЧ18-36, СЧ22-44) або спеціального чавуну. Гільзи циліндрів ЗІЛ, ЗМЗ мають у верхній частині вставні гільзи. Твердість внутрішньої поверхні HRC_e 40—50.

До дефектів гільз циліндрів відносяться: знос або задкири внутрішньої робочої поверхні; знос поверхні опорного бурта, верхнього та нижнього посадочного пояса. Величина допустимих зносів відповідно становить 0,3—0,5, 0,1—0,8 і 0,05—0,07 мм. Можуть бути також кавітаційні та корозійні пошкодження зовнішньої поверхні.

Технологічною базою при центруванні гільзи циліндрів є верхня незношена частина внутрішньої поверхні гільзи. Гільзу затискають по її зовнішній поверхні у спеціальному пристрої і центрують.

Технологічний маршрут усунення дефектів передбачає очищення, миття, дефектацію, усунення кавітаційних пошкоджень, нанесення компенсаційного шару на посадочні пояски, розточування та хонінгування внутрішньої поверхні гільз, підрізання бурта, чистове хонінгування, контроль.

Очищення зовнішньої поверхні виконується металічною щіткою,

на токарному верстаті, піскоструминною обробкою та кісточковою кришкою.

Кавітаційні пошкодження поверхонь гільз усувають епоксидним клеєм, контактним приварюванням стальної стрічки.

Нижній та верхній посадочні пояски відновлюють залізненням з наступною обробкою під розмір робочого креслення. При відновленні приварюванням стальної стрічки пояски обточують або шліфують до діаметра, меншого за номінальний на 0,5 мм, приварюють стрічку з маловуглецевої сталі і шліфують під розмір робочого креслення.

Внутрішні поверхні гільз циліндрів розточують під один з ремонтних розмірів, збільшених на 0,7 мм (автомобільні двигуни 0,5; 1,0; 1,5 мм). Розточування здійснюється на алмазно-розточувальних верстатах (2А78, 2А78Н, 278) різцями з пластинами з твердого сплаву ВК-6, ВК-2 або синтетичного матеріалу ельбору-Р.

Хонінгування гільз проводять на вертикально-хонінгувальних верстатах (3М33, 3А83, 3Г833) із застосуванням мастильно-охолоджуючої рідини ОСМ-1. Попереднє (чернове) хонінгування ведуть брусками АКС 250/200-М1-100 К310СГІК або алмазними брусками АС6МІ при режимі: колова швидкість 60—80 м/хв, зворотно-поступальна швидкість 15—25 м/хв, тиск на бруски 0,8—1,5 МПа, припуск на хонінгування 0,05 мм. Заключне хонінгування виконують брусками АСО80/63-Р11Р9-50, К3М20СМІК, алмазними брусками АСМ20МІ.

Для компенсації зношеного шару внутрішньої поверхні гільз, які вийшли за межі ремонтних розмірів або для яких не передбачені ремонтні розміри, розроблено ряд способів. Спосіб термоосадження полягає у тому, що шляхом безперервного нагрівання до 840—880 °С СВЧ та надання гільзі зворотно-поступального та обертального рухів з одночасним внутрішнім охолодженням водою внутрішній діаметр зменшується. Після температурного формозмінення гільза підлягає механічній обробці.

Спосіб контактного приварювання стальної стрічки здійснюється на установці 011-1-06 при силі струму 5,7 кА, зусиллі притискання електродів 1,7—1,9 кН, подачі зварювальної головки 8—10 м/год.

Заслуговує на увагу відновлення гільз циліндрів сумісним процесом розточування і поверхневого пластичного деформування (ППД).

На кафедрі ремонту машин ХІМЕСГ розроблена, виготовлена і випробувана оснастка для реалізації сумісним процесом розточування і ППД внутрішньої поверхні циліндрів двигунів Д-144. Розроблені спеціальний шпиндель, комбінована головка і пристрій для закріплення циліндрів.

Оптимальні режими процесу: швидкість розточування і ППД

395,64 м/хв (1200 хв$^{-1}$), подача 0,05 мм/об, зусилля ППД 2,5 МПа, припуск на ППД 0,02—0,04 мм.

Розроблена оснастка і вибрані режими дозволяють підвищити продуктивність процесу в 7—8 разів і зменшити знос циліндрів за рахунок зміцнення поверхневого шару в 1,5 раза порівняно з циліндрами, відновленими розточуванням з наступним хонінгуванням.

4.4. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ «ДИСКИ»

Маховики, шківи, диски являють собою тіла обертання з діаметральними розмірами, які перевищують довжину деталі і потребують відновлення зовнішніх, внутрішніх та торцевих поверхонь, а також балансування.

Зовнішній діаметр деталей цього підкласу знаходиться в межах 100—520 мм. *Найбільша кількість деталей мають діаметр* 200 мм. Зовнішні відновлювані елементи деталей можуть мати діаметр до 500 мм. Осьові отвори діаметром до 200 мм, а отвори на торцях від 5 до 30 мм. 20 % деталей мають масу більше 24 кг, тому робочі місця необхідно оснащувати підйомно-транспортним обладнанням.

Виготовлені деталі із сірого чавуну (до 50 % найменувань деталей це СЧ18-36) та 30 % з вуглецевої сталі звичайної якості.

Дефекти деталей зображені на рис. 4.6.

Для контролю зносів застосовують індикаторні нутроміри — 0,01 мм, штангенциркулі — 0,05—0,1 мм, лінійку та набір щупів.

Коефіцієнти повторюваності дефектів за спрацюванням зовнішніх, торцевих робочих, внутрішніх циліндричних, торцевих отворів, шпонкових канавок знаходяться у межах 0,6—1,0.

Величина допустимих зносів внутрішніх циліндричних поверхонь 0,05—0,50 мм, у тому числі 80 % зі спрацюванням до 0,2 мм.

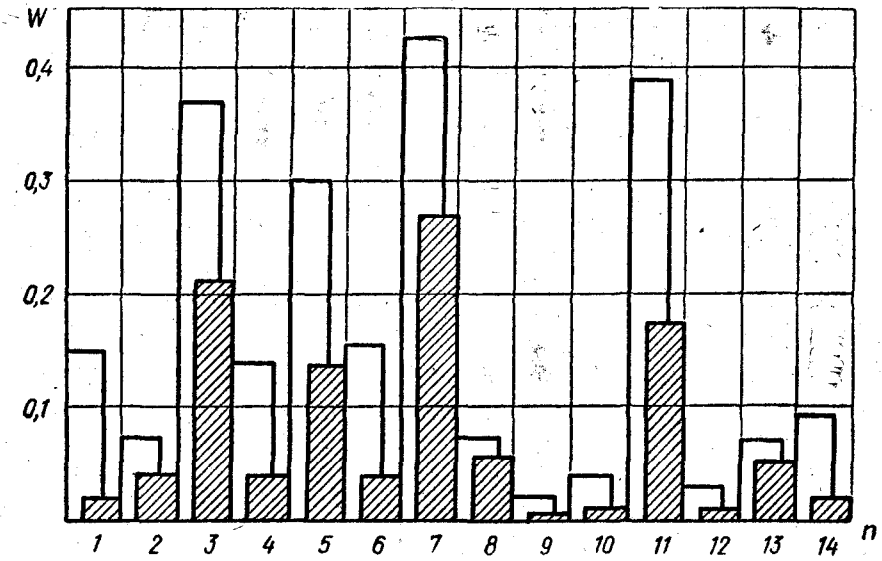
При виборі способів відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь необхідно мати на увазі, що зовнішні циліндричні поверхні мають знос до 1 мм і 50 % від 1 до 6 мм.

Допустимий знос жолоблення, биття торцевих поверхонь 0,2—2,5 мм, з них 50 % до 1 мм.

Технологічними базами при обробці є поверхня, на якій не нарощувався шар металу. Це може бути внутрішня або зовнішня циліндрична поверхня і торець.

Якщо компенсація зношеного шару здійснювалась на всіх поверхнях, то на першій операції базуються на необробленій зовнішній циліндричній поверхні, на подальших — на обробленому отворі і торці.

Технологічний маршрут. Розточують поверхню отвору (токарно-гвинторізальний верстат 16К20, 163); заварюють тріщини, наплавляють обломи, шпонковий паз, поверхню отвору дротом ПАНЧ-11; на токарно-гвинторізальному верстаті зачищають наплавлений ме-



4.6. Характеристика дефектів деталей підкласу «Диски, маховики, шківи»:

1 — тріщини, зломи; 2 — незбалансованість; 3, 4, 5 — зношування відповідно торцевої робочої поверхні, конічних поверхонь, торцевих отворів; 6 — зношування, пошкодження різьби; 7 — зношування циліндричних зовнішніх поверхонь; 8 — зношування шипів і пазів; 9 — зношування, пошкодження зубчастих вінців; 10 — зношування зовнішніх шліців; 11, 12 — зношування внутрішніх відповідно циліндричних і конічних поверхонь; 13 — зношування шпонкових канавок; 14 — пошкодження внутрішніх шліців

тал, знімають фаску, розточують отвір; обточують робочі поверхні до виведення слідів зношування; виготовляють шпонковий паз на довбальному верстаті (7А420), балансують шків на балансувальному стенді (для забезпечення балансування видаляють метал свердлом ∅ 15 мм).

Опорні котки, напрямні колеса, підтримувальні ролики мають великі (до 10 мм) зноси зовнішніх циліндричних поверхонь. Для компенсації їх металу розроблено ряд способів, що забезпечують високу продуктивність: заливання рідким металом, бандажування, електрошлакове наплавлення.

Заливання рідким металом. Коток нагрівають у шахтній печі до 500° і витримують 1 год. Зачищають зовнішню поверхню, покривають лаком (КФ965) і наносять шлак (АНШ-200). Нагрівають в індукторі до 950—1150 °С, поміщають у ливарну форму і заливають розплавленим металом. Твердість металопокриття НВ 320—390. Механічна обробка не потрібна. Стійкість ободу на рівні нового.

Бандажування — найпростіший спосіб, який можна виконувати навіть у малих майстернях. Виготовлене зі стальної штаби кільце напресовують на попередньо проточену поверхню ободу і з торців

приварюють електродуговим зварюванням. Ресурс близько 60 % нових.

Електрошлакове наплавлення ободу колеса полягає у використанні тепла, яке виділяється при проходженні електричного струму від електроду до ободу через розплавлений шлак. Під дією цієї теплоти плавиться електродний дріт і оплавлює обід.

Тріщини на спицях заварюють електродом ОММ-51 діаметром 4—5 мм, попередньо знявши фаски 4×45°.

Після обробки напрямних коліс (трактор класу 3 К) биття поверхні отвору маточини відносно торцевих поверхонь не більше 0,25 мм, зовнішньої поверхні осі отвору маточини не більше 2 мм.

4.5. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПІДКЛАСУ «ДРІБНІ ДЕТАЛІ»

Поршневі пальці тракторних двигунів виготовляють із цементуючої сталі марки 12ХН3А. Основний дефект поршневих пальців — знос по зовнішній поверхні на ділянках контакту з втулкою верхньої головки шатуна і отворами у поршні.

Відновлюють зовнішній діаметр зношених пальців хромуванням, роздаванням гідродинамічним і пуансоном, розвертанням у гарячому стані.

Недолік хромування — висока трудомісткість. При роздаванні пуансоном на зовнішній поверхні пальців виникають тріщини. Одним з основних недоліків розвертання є висока нерівномірність припуску на обробку, утруднене забезпечення структури цементуючого шару.

Гідродинамічне роздавання виконують у такій послідовності. Поршневий палець вставляють в індуктор і нагрівають СВЧ на установці ЛПЗ-107 до 780—830 °С протягом 20—25 с. Затискають палець в установці для розвертання і пропускають через внутрішню порожнину пальця охолоджувальну рідину під тиском 0,4—0,5 МПа протягом 14—16 с. Потім палець повністю охолоджують водопровідною водою.

При гідродинамічному роздаванні збільшується діаметр і довжина пальця, тому необхідно шліфувати пальці до номінального розміру по довжині і діаметру.

Для роздавання пальців з наступною термічною обробкою в отвори пальців засипають сухий пісок, змащують отвори вогнетривкою замазкою (65 % вогнетривкої глини, 30 піску і 5 % азбестового дрібняка замішують на воді з невеликою добавкою рідкого скла). Підготовлені пальці кладуть у металічний ящик, наповнений сумішшю із 85—90 % березового вугілля та 10—15 % кальцинованої соди. Ящик нагрівають до 920—940 °С і витримують при цій температурі протягом 6—7 с. Оброблені пальці вставляють у пристрій і за допомогою пуансона роздають на 0,4—

4.3. Дефекти клапанів і способи їх усунення

Дефекти	Способи усунення
Знос посадочного конуса головки клапана	Наплавити СВЧ порошком ПГ-СР2 на пропані. Допускається зачищення і електроконтактне напікання порошком ПГ-СР2 з наступним шліфуванням
Знос стержня	Залізнення відповідно до типового технологічного процесу. Допускається хромування з наступним шліфуванням
Непрямолінійність, овальність і конусність стержня клапана	Правка, шліфування, залізнення відповідно до типового технологічного процесу. Допускається правка, шліфування, хромування з наступним шліфуванням
Знос торця стержня клапана	Наплавлення СВЧ порошком ПГ-СР2 на пропані. Допускається шліфування, залізнення, шліфування
Биття головки відносно стержня	Те ж саме. Допускається електроконтактне напікання порошком ПГ-СР2 з наступним шліфуванням

0,5 мм. Потім гартують у воді або маслі при 740—820 °С, відпускають при 200—220 °С і шліфують.

Клапани. Дефекти клапанів і способи їх усунення наведені у табл. 4.3.

Клапани бракують у випадку сколів і тріщин тарілок.

Валики, осі являють собою тіла обертання, у яких довжина менше 100 мм, діаметр менше 40 мм (осі шестерень, штовхачів, валики водяних насосів тощо).

Основним їх дефектом є знос зовнішніх циліндричних поверхонь.

Технологічний маршрут. Компенсація зношеного шару металу гальванічним покриттям (хромуванням або залізненням), шліфування поверхонь під розмір за робочим кресленням.

Шпонкові канавки, різьбові поверхні, лиски ремонтують методами, розглянутими вище.

4.6. РЕМОНТ ШЕСТЕРЕНЬ

Шестерні машин працюють в умовах згинаючих та контактних напружень, а тому до них ставляться високі вимоги щодо стійкості до зношування (твердість зубів HRC_e 56—63).

Зношування зубів шестерень КП становить 1,5—2,5 мм. Коефіцієнт відновлення цих шестерень — 0,35—0,7.

Існують такі способи відновлення шестерень: гаряче об'ємне штампування, наплавлення торців зубів та ротаційне пластичне деформування.

Під час гарячого об'ємного штампування шестерні відновлюють у закритому зубчастому штампі шляхом пластичного переміщення нагрітого металу з неробочих ділянок на зношені. У випад-

ку недостатнього запасу металу спочатку шестерні наплавляють по неробочій поверхні з таким розрахунком, щоб наплавленим металом можна було перемістити на зношені ділянки основний метал.

Шестірню, яка потребує відновлення, вставляють у матрицю. Пуансон, рухаючись вниз, переміщує метал до зношених зубів з напуском для наступної механічної обробки. Зношені торці зубів формуються в матриці вставлянням пуансона. Після закінчення гарячого штампування шестірня виштовхується зі штампу штовхачем. Для штампування застосовують гідравлічні преси із зусиллям 4000—6300 кН. Після механічної обробки шестерні піддають хіміко-термічній обробці для забезпечення необхідної глибини цементації і твердості поверхні.

Цей спосіб застосовують тільки для відновлення одновінцевих циліндричних шестерень, що становить 10—15 % загального об'єму ремонтного фонду і тому стримує його впровадження у виробництво.

Шестерні з непостійним зчепленням відновлюють так. Наплавлюють торцеві зуби, вдавлюють у гарячому стані наплавлений метал у зубчастий вінець за допомогою обтискання зусиллям 1600 кН. Припуск по товщині зубів дає можливість проводити механічну та термічну обробку шестерень одно- і багатовінцевих.

Виробнича перевірка технологічного процесу відновлення шестерень на потоково-механізованій лінії показала, що зчеплення наплавленого металу з основним добре, пори, раковини і тріщини відсутні (HRC$_e$ 28—32).

Торці зубів шестірні наплавляють на установці У-653 дротом 2Нп-30ХГСА під шаром флюсу АН-348А з попереднім нагріванням до температури 200—250 °С. Режим наплавлення: сила зварювального струму 180—220А, напруга 24—28 В, швидкість подачі дроту 1,02—1,35 м/хв, швидкість наплавлення 0,16—0,21 м/хв, нагрівання до 1150—1200 °С з витримкою 45—60 с і обтискання зубчастого вінця (установка ТВЧ-100/066, прес гідравлічний ДБ-2436). Нормалізують у електропечі СНО-6 12.4/10Н). При цьому нагрівають шестірню до 900—950 °С і поступово охолоджують (45—60 с) в електропечі при 200—250 °С. Прошивають шліцьовий отвір (прес гідравлічний П-6326 із пристроєм) і проточують шестірню по периферії зубчастого вінця різцем Т15К6 (швидкість прошивання — 0,5 м/хв). Нарізають на зубофрезерному напівавтоматі 5К324А зуби шестірні. Закруглюють зуби шестірні на напівавтоматі 5Н580. Шевінгують зуби шестірні на напівавтоматі 5702В за допомогою пристрою. Загартовують зуби на установці ТВЧ-100/0,066. Температура нагрівання 900—920 °С з витримкою 45 с і охолодженням у маслі з наступним відпуском при 160—200 °С і з охолодженням на повітрі. Проводять дробоструминну обробку. Прошивають шліцьовий отвір. Контролюють за допомогою міжцентроміра відстань і заміряють твердість.

Зірочки. Найінтенсивніше зношуються у них зуби і посадочні отвори. Знос зубів вимірюють за початковим обводом зубоміром або спеціальними шаблонами.

У випадку однобічного зносу зубів зірочки переставляють так, щоб робочими поверхнями зубів стали незношені їх частини. Стальну зірочку зі зношеними зубами відновлюють встановленням нового зубчастого вінця. Для цього зношені зуби сточують на токарному верстаті, а на диск напресовують стальний вінець, зварюють місце стику електродуговим способом і фрезерують зуби. Зношені зуби стальної зірочки відновлюють наплавленням електродуговим способом з наступною механічною обробкою. Чавунні зірочки відновлюють наплавленням зубів газовим полум'ям чавунними дротами марки А. Наплавлення ведуть у спеціальній формі, виготовленій з вогнетривкої глини та подрібненої шамотної цегли. Профіль зубів зірочки у формі одержують відтисканням у сирій керамічній масі нової зірочки або спеціальним шаблоном. Перед наплавленням зубів зірочку закріплюють у сухій формі і разом з нею нагрівають до 600—700 °С. Наплавляють зуби до повного заповнення форми металом, після цього повільно охолоджують разом з формою до 25—40 °С. Профіль відновлених зубів контролюють шаблонами.

Зношені отвори у маточинах зірочок відновлюють встановленням втулок, а при незначному зносі — залізненням або хромуванням.

Технологія відновлення отворів у маточинах встановленням втулки така. Отвір розточують, запресовують втулку зі стінкою товщиною не менше 3 мм і стопорять її штифтом. Втулку можна поставити в розточений отвір на клею ВС-10Т або епоксидній смолі.

4.7. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПІДКЛАСУ «ВАЖЕЛІ»

Тяги і важелі являють собою переважно стержні з однією або кількома головками, які мають гладенькі, конічні та різьбові отвори.

Довжина деталей коливається в межах 50—550 мм, але найбільша кількість важелів мають довжину близьку до 100 мм при середній масі 1,2 кг і максимальній 5 кг. На одній деталі може бути до 4 відновлених отворів діаметрами від 8 до 50 мм.

Точність обробки за 7—10 квалітетами при шорсткості на рівні R_a 0,8—6,3.

Матеріал 80 % деталей підкласу — вуглецева якісна сталь (45, 40, 45Л), а також легована (40Х, 45Х, 12ХН3А) і звичайної якості. Зустрічаються також важелі з ковкого чавуну (КЧ35-10). Твердість поверхонь більшості деталей НВ 170—217.

Ведучим дефектом деталей цього підкласу є знос гладеньких отворів (80 % деталей). Згин або скручування відбувається у 20 % деталей, знос внутрішніх шпонкових або шліцьових поверхонь — у 40 %, а зовнішніх плоских, сферичних і фасонних поверхонь — у 27 % деталей.

Допустимий знос отворів коливається в широких межах (0,12—2 мм), а торцевих поверхонь 0,18—3 мм.

Технологічними базами при відновленні є торці бобишок (головок) і отвори, інколи допоміжні бази у вигляді фрезерованих площадок і центрових отворів.

Технологічний маршрут. Правку важелів і тяг проводять у холодному стані або місцевим нагріванням до 800 °С. Отвори важелів розвертають під збільшений розмір або відновлюють встановленням втулки і розвертанням її під розмір за робочим кресленням. Торцевий знос компенсують встановленням шайб або наплавленням електродами ОЗШ-2 і ЕНУ-2 з наступною термічною і механічною обробкою. Зношені шліцьові або шпонкові внутрішні поверхні заплавляють, свердлять, а потім протягують.

Шатуни виготовляють зі сталі (40Р, 40, 40Х, 45Г2) твердістю НВ 217—269. Вони можуть мати такі дефекти: знос внутрішніх поверхонь верхньої та нижньої головок, а також опорних поверхонь під головки болтів; відхилення від паралельності поверхні нижньої і верхньої головок (скручування); перекошування осей отворів у одній площині (згин); відхилення міжцентрових відстаней. Скручені шатуни ремонту не підлягають.

Технологічний маршрут. Зношені втулки верхньої головки шатуна випресовують і замінюють новими. Нові втулки розточують на алмазно-розточувальних верстатах 2А78Н з універсальним шпинделем і спеціальним оснащенням, яке враховує конструкцію шатуна. З метою підвищення якості робочої поверхні втулки і надійності її посадки виконують імпульсне роликове розвальцювання. Припуск на обробку розвальцюванням становить 0,03—0,05 мм, шорсткість робочої поверхні після розвальцювання — не вище 0,32 мкм.

Зношування нижніх головок шатуна пов'язане зі зношуванням робочих поверхонь або деформацією головки. При незначних зносах (0,1 мм) для шатунів дизелів середньої потужності отвори відновлюють зніманням металу на кришці і шатуні у площині рознімання з наступним розточуванням і хонінгуванням отвору. Площини рознімання кришок і самих шатунів обробляють на плоскошліфувальному верстаті із застосуванням спеціального для кожної моделі шатуна оснащення.

Складені з кришками шатуни розточують на вертикальному алмазно-розточувальному верстаті 2А78Н. Хонінгують шатуни на хонінгувальних станках 3А83 або 3Б83 алмазними хонами на та-

кому режимі: швидкість зворотно-поступального руху — 8—12 м/хв, частота обертання — 30—40 хв$^{-1}$, тиск притискання брусків — 0,3, 0,6 МПа, охолоджувальна рідина — суміш — 70 % гасу і 30 % веретенного або трансформаторного масла. При менших зносах нижньої головки шатуна шліфують тільки кришку, а при продовженні діаметра отвору вздовж осі шатуна, пов'язаного з його деформацією, хонінгують нижню головку.

Під час ремонту не завжди приділяють увагу контролю якості опорних поверхонь нижньої головки шатуна (під головку шатунного болта). Але вона зношується і втрачається її площинність. Через це протягом нетривалої роботи дизеля послаблюється закручування шатунних болтів.

Площинність поверхонь під головку шатунного болта відновлюють зенкуванням за допомогою спеціальної торцевої фрези.

Міжцентрову відстань шатуна відновлюють асиметричним розточуванням втулки верхньої головки на токарно-гвинторізному верстаті 1К620 за допомогою пристрою. Згин шатунів усувають правкою їх на гвинтових або гідравлічних пресах з наступною термофікацією шляхом нагрівання до 400—500 °С і витримуванням у печі протягом 2—3 год.

Відремонтовані шатуни обов'язково миють, зважують і сортують за масою, а для деяких дизелів — і за довжиною. Потім їх контролюють за такими параметрами: діаметр, овальність, конусність та шорсткість нижньої і верхньої головок; міжцентрова відстань; згин і скручування стержня; маса шатуна у складі.

4.8. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «КОРПУСНІ ДЕТАЛІ»

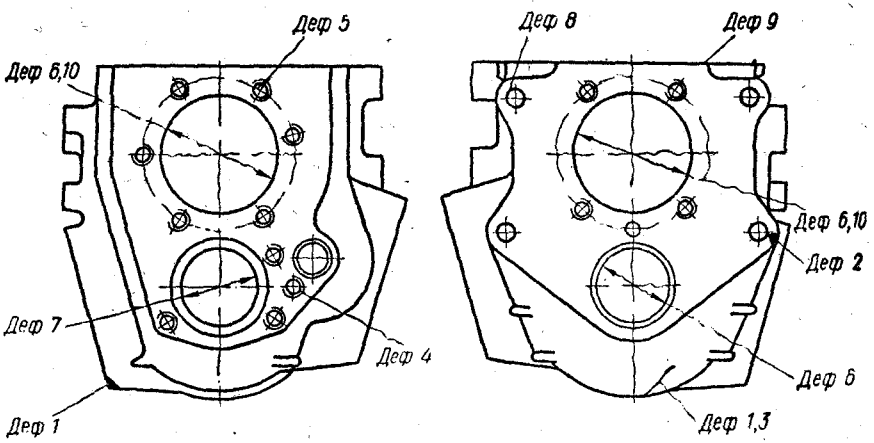
Корпуси являють собою деталі коробчастої форми з наявністю базових площин і координованих з ними і між собою точних посадочних отворів.

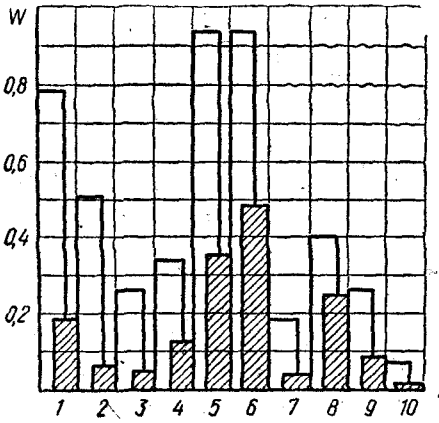
Це корпуси редукторів, коробок передач, роздавальних коробок, задніх мостів тощо.

Деталі підкласу «Корпуси» мають значні габаритні розміри — довжину до 1600 мм, ширину до 500 мм, висоту до 750 мм. Маса 50 % перевищує 50 кг і досягає 233 кг.

Основними конструктивними елементами є отвори під підшипники у зовнішніх й інколи у внутрішніх стінках (окремі деталі мають більше 8 таких отворів). Діаметр цих отворів знаходиться в межах 50—298 мм, а довжина твірної — 10—30 мм. Виконуються вони з точністю не вище 7 квалітету і параметром шорсткості не більше R_a 40. Діаметр різьбових отворів коливається від 6 до 20 мм.

Корпусні деталі виготовляються із сірих (СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40), ковких (КЧ95-0), високоміцних і спеціальних чавунів, а також (до 15 %) з алюмінієвих сплавів (9, 11).





4.7. Характеристика дефектів деталей підкласу «Корпуси»:

n — назва дефектів; *W* — середня повторюваність дефекту; 1, 2 — тріщини, які відповідно не виходять і виходять на оброблювану поверхню; 3 — пробоїнина необроблюваній поверхні; 4 — злом болтів або шпильок; 5 — пошкодження різьбових отворів; 6 — зношування посадочних отворів у внутрішніх стінках; 7, 8 — зношування отворів малого діаметра; 9 — неплощинність, непаралельність, неперпендикулярність плоских поверхонь; 10 — перекоси, непаралельність осей отворів

Дефекти деталей підкласу «Корпуси» зображені на рис. 4.7. Найбільший коефіцієнт повторюваності дефектів мають зноси посадочних поверхонь під підшипники і пошкодження різьби отворів.

Допустимі зноси отворів змінюються від 0,01 до 0,23 мм, при середньому значенні 0,072 мм, зноси отворів малого діаметра 0,03—1 мм.

Технологічні бази вибирають так, щоб встановлення здійснювалось по неспрацьованій обробленій плоскій поверхні. Часто використовують допоміжні бази у вигляді двох отворів.

Технологічний маршрут розглянемо на прикладі корпуса коробки передач.

Після миття, зачищення базової і бокової площин від прокладок і забоїн виявляють кінці тріщин. На відстані 6—10 мм від видимого кінця розсвердлюють отвори діаметром 3 мм, заварюють тріщини, наплавлюють відколоті вушки і бобишки, зачищають зварні шви і перевіряють на герметичність. Висвердлюють зламані болти, розсвердлюють отвори з пошкодженою різьбовою поверхнею, зенкують фаску, нарізують різьбу під спіральні вставки, вкручують спіральні вставки. Розточують отвори під підшипники первинного, вторинного і проміжного валів та вісь шестерень заднього ходу для встановлення втулок. Запресовують втулки у розточені отвори, розточують отвори у втулках під розмір за робочим кресленням за одне встановлення, витримавши міжцентрову відстань.

Посадочні поверхні під підшипники відновлюють у корпусних деталях також гальванічним покриттям (місцеве залізнення), встановленням вкрутних кілець, полімерними матеріалами, контактним приварюванням стрічки або порошку.

Усунення дефектів різьбових отворів може проводитись також заварюванням отворів з наступним нарізанням різьби, встановленням вкрутнів, нарізанням різьби ремонтного розміру (збільшеного).

Для зароблювання тріщин застосовують також клейові композиції, фігурні вставки.

Під час механічної обробки корпусних деталей використовують радіально-свердлильний верстат типу 2Н55, горизонтально-розточувальний верстат типу 2Л614, пневматичну зачисну машину типу ШР-2.

Блоки циліндрів. Під час ремонту блока циліндрів необхідно забезпечувати правильне взаємне розміщення осей гнізд під вкладиші корінних підшипників, отворів втулок розподільного вала, отворів під гільзи і штовхачі, фланця під стартер та інших поверхонь.

Базують блок за нижньою площиною та двома установочними технологічними базами на ній.

Технологічний маршрут виконується у такій послідовності. Зароблюють тріщини одним з відомих способів. Обробляють технологічні базові отвори на нижній площині, витримавши відстань між ними і віссю корінних підшипників. Випресовують втулки розподільного вала і запресовують нові. Розсвердлюють отвори з пошкодженою різьбою, зенкують фаски, нарізають різьбу і вкручують у неї спіральні різьбові вставки. Розточують виточки під упорні шайби колінчастого вала, гнізда під вкладиши ремонтного розміру, отвори у втулках під розподільний вал. Фрезерують поверхні під головки циліндрів. Розточують посадочні пояски під гільзи, запресовують металічні кільця з канавками під ущільнення на епоксидному клеї, зачищають напливи. Хонінгують гнізда під вкладиші корінних підшипників. Розвертають отвори під штовхачі. Про-

чищають масляні канали і промивають блок миючим розчином. Зачищають задири та гострі кромки, продувають всі канали, отвори і площини.

4.9. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «ДЕТАЛІ ПРОСТОРОВІ ТОНКОСТІННІ»

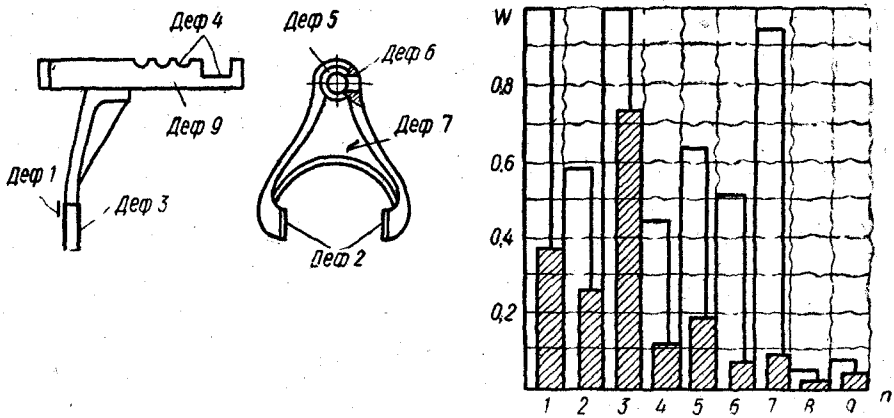
До основних несправностей виробів, виготовлених з тонколистової сталі (кришки, кожух вентилятора, бункери, обшивка кабіни і каркасу, облицювання комбайнів) відносяться: порушення з'єднань окремих листів у місцях контактного зварювання; пробоїни, тріщини і надриви у листах.

Шви контактного зварювання при обривах і листи з пробоїнами та надривами зварюють електрозаклепками. Цей спосіб полягає у тому, що між кінцем електроду і верхнім листом з'єднання збуджується зварювальна дуга, яка горить під шаром флюсу (АН-348А або ОСЦ-45). У верхньому листі інколи попередньо свердлять отвори, а якщо їх нема, то лист проплавляють за допомогою зварювальної дуги. У результаті утворюється зварювальна ванна, в якій змішується розплавлений метал електроду і метал верхнього та нижнього листів. Після застигання утворюється лите ядро, яке забезпечує з'єднання листів. Щоб уникнути пропалювань у листах, рекомендується застосовувати для відведення тепла охолоджувальні мідні пластини. Пробоїни, надриви і тріщини у листах заварюють газовим зварюванням, використовуючи ацетиленовий генератор ГВР-3 і пальник ГСМ-53 з наконечником № 1. Нерівні краї пробоїни обрізають, вирізають латку із декапірованої сталі товщиною 0,1—1,0 товщини основного листа і приварюють її точковим зварюванням на апараті АТП-10. Зварювальні шви зачищають пневматичною шліфувальною машиною ПШМ08-90А. Латка повинна щільно прилягати до поверхні та перекривати краї пробоїни або надриву на 25—30 см.

Для з'єднання тонколистових матеріалів застосовують також зварювання у середовищі вуглекислого газу апаратами А-547 або А-547-Р. Джерелом живлення є селеновий зварювальний випрямляч, розрахований на силу струму 150 А і напругу 17—23 В. Для зварювання у середовищі вуглекислого газу застосовуються електродні дроти СВ-08ГС, Св-08Г 2С, Св-10ГС та Св-18Са.

4.10. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «ДЕТАЛІ ПЛОЩИННІ»

Вилки переключення передач являють собою деталі з прямолінійною або кільцевою робочою поверхнею. Конструктивно вони можуть бути виконані із суцільними розрізними отворами або рейками круглого і прямокутного перерізів (рис. 4.8).



4.8. Характеристика дефектів деталей підкласу «Вилки переключення»:

n — назва дефектів; *W* — середня повторюваність дефекту; 1 — згин вилки; 2 — зношування зеву вилки за шириною; 3 — зношування поверхні щік за товщиною; 4, 5 — зношування пазів і отворів; 6 — зношування різьбових отворів; 7 — тріщини, зломи; 8, 9 — зношування зовнішніх циліндричних поверхонь і рейки

Деталі підкласу «Вилка переключення» мають порівняно невеликі габаритні розміри до 300 мм по довжині і до 55 мм по ширині, а при наявності рейок до 257 мм.

Довжина відновлюваних прямолінійних частин щік вилок коливається в межах 25—47 мм, а товщина до 9 мм. Ширина зіву вилки 30—130 мм.

Отвори головок вилок можна обробляти на свердлильних верстатах, оскільки їх діаметр становить 15—22 мм. Ширина пазів головок і рейок 14—18 мм. Маса деталей знаходиться в межах 0,3—2 кг.

Деталі даного підкласу виготовлені зі сталей 35, 45, 40Х, 45Х. Твердість щік деталей HRC_e 42—52, що потребує загартування з нагріванням СВЧ.

Дефектами деталей є згин вилки, знос зева вилки по ширині і поверхні щік по товщині, пазів, отворів; тріщини, зломи, знос зовнішніх циліндричних поверхонь; знос рейки.

Середні коефіцієнти повторюваності «знос щік» і «згин вилки» становлять 0,7 і 0,4.

Величина допустимих зносів поверхонь щік по товщині знаходиться в межах 0,1—2,2 мм, отворів 0,072—0,37 мм, пазів 0,46—1 мм. Допустимий згин вилок різних найменувань змінюється в межах 0,03—0,5 мм.

Технологічний маршрут. Бокові поверхні щік вилок, зігнуті понад 0,3—0,5 мм, правлять на плиті. Зношені бокові поверхні щік наплавляють, фрезерують або шліфують.

4.11. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «ДЕТАЛІ ПРОФІЛЬНІ»

До цього класу відносяться в основному робочі органи сільськогосподарських машин — лемеші, лапи культиваторів, диски сошників і борін тощо.

Технологія усунення дефектів цих деталей розглянута у розділі 7.

4.12. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «ПРУЖИНИ, РЕСОРИ»

Ресори. У них погіршується пружність, з'являються тріщини і обломи, зношуються отвори під втулки, торці вушок та листи по товщині.

Ремонт ресор полягає у їх розбиранні незалежно від стану. Листи зі зменшеною товщиною, тріщинами або поламані, а також з дефектами торців вушок не ремонтують, а замінюють.

Листи ресор, що втратили форму і пружність, відпалюють, вигинають за шаблоном на рихтувальних стендах, гартують і відпускають при заданій температурі.

Гартують ресору, виготовлену з марганцево-хромистої сталі так. Нагрівають її до 830—850 °С, охолоджують у маслі, нагрітому до 60 °С і відпускають при 475—500 °С.

Якщо деформація листів незначна, то її усувають наклепуванням у холодному стані ударами бойка. Отвори під втулки відновлюють підгинанням вушок. Для цього їх нагрівають до 830—900 °С у спеціальних пристроях.

Відремонтовані листи ресор очищають і покривають мастилом УСА. Після складання ресору перевіряють на пресі: при навантаженні, вказаному в технічних умовах, стріла її прогину повинна дорівнювати 0.

Пружини. Під час роботи пружини втрачають пружність, осаджуються, зношуються їх торці.

Пружність, наприклад пружин клапанів, контролюють на приладі МИП-100-2, порівнюючи з технічними вимогами.

Пружини, пружність яких менша допустимої, відновлюють термічною фіксацією або накатуванням роликом.

Термічною фіксацією пружину відновлюють на установці ОРГ-26095, де її розтягують затискачами пристрою до необхідної довжини, пропускають через неї електричний струм, нагріваючи до 450—500 °С, і охолоджують на повітрі.

Другий спосіб відновлення такий. Пружину відпалюють, розтягують або стискають, загартовують при 820—840 °С і відпускають при 380—480 °С.

5. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН МАШИН

5.1. ВИДИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ

Для різних видів технологічних процесів ремонту виробів (тут і далі під виробом розуміють предмети ремонтного виробництва машини та їх складові частини — складальні одиниці, які підлягають ремонту, і деталі, які підлягають відновленню незалежно від того, чи надходять відновлені деталі на комплектування складальних одиниць на даному підприємстві, чи є кінцевою продукцією спеціалізованого ремонтного підприємства по відновленню деталей), які застосовують у ремонтному виробництві, розробляються і оформляються відповідні комплекти технологічної документації, що складаються з окремих текстових і графічних документів. Склад, форма і зміст технологічних документів залежать від виду і призначення технологічного процесу і повинні відповідати вимогам стандартів та іншої нормативно-технічної документації.

Технологічні процеси за організацією виробництва розподіляються на одиничні, типові та групові.

Одиничний технологічний процес відноситься до виробів одного найменування, типорозміру і виконання. Наприклад, технологічний процес розбирання коробки передач трактора Т-150 або двигуна СМД-64, відновлення поршневих пальців двигуна СМД-22 тощо.

Типовий технологічний процес розробляється на групи виробів із загальними конструктивними та технологічними ознаками. Для нього характерні спільність технологічного маршруту виконання операцій без переналагодження або з мінімальним переналагодженням обладнання. До таких процесів відносяться, наприклад, технологічні процеси відновлення груп гільз циліндрів дизельних двигунів кількох марок тракторів, опорних котків гусеничних тракторів тощо.

Типові технологічні процеси розробляються також на операції одного виду робіт: очистки та фарбування деталей і складальних одиниць, гальванічних покриттів тощо.

Груповий технологічний процес розробляється на відновлення групи деталей з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками.

На ремонтних підприємствах в основному застосовують одиничні технологічні процеси ремонту виробів. Разом з тим багатономенклатурність відновлюваних деталей сільськогосподарської техніки і доцільність спеціалізації та концентрації виробництва з відновлення деталей викликають необхідність застосування типових і групових технологічних процесів, що впливає на підвищення се-

рійності ремонтного виробництва, скорочує кількість оригінальних технологічних процесів, знижуючи тим самим обсяг технологічних розробок, створює можливість комплексної механізації виробничих процесів, що підвищує ефективність відновлення деталей.

За ступенем деталізації опису технологічні процеси розподіляються (ГОСТ 3.1109—82) на такі:

маршрутний опис технологічного процесу — скорочений опис всіх технологічних операцій у маршрутній карті у послідовності їх виконання без вказання переходів і технологічних режимів:

операційний опис технологічного процесу — повний опис всіх технологічних операцій у послідовності їх виконання із вказанням переходів і технологічних режимів:

маршрутно-операційний опис технологічного процесу — скорочений опис технологічних операцій у маршрутній карті у послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій в інших технологічних документах.

Вихідна інформація для розробки технологічних процесів розподіляється на базову, керуючу і довідкову.

Базова інформація містить дані конструкторської документації підприємства-виготівника виробів (робочі креслення, технічні умови, інструкції тощо), а також програму ремонтного підприємства по цьому виробу.

Керуюча інформація являє собою дані, які містяться:

у технічному завданні на розробку технологічного процесу;

у стандартах всіх категорій та нормативно-технічній документації на дефектацію деталей і спряжень, на технологічні процеси і методи керування ними, на обладнання і оснащення:

у документації з техніки безпеки і промислової санітарії.

Номенклатура основної нормативно-технічної документації на ремонт сільськогосподарської техніки встановлена ОСТ 10-05. 0001.001—87, у якому передбачений такий склад документів:

стандарти і технічні умови на здавання в капітальний ремонт і видавання з нього машин та їх складових частин, правила приймання, методи перевірки якості відремонтованих виробів, вимоги до маркування, упаковки, транспортування і зберігання, а також гарантії ремонтного підприємства;

технічні вимоги на капітальний ремонт, які встановлюють вимоги до технології розбирання, очистки, дефектації, складання, регулювання, обкатки, випробування, а також вимоги, показники і норми, яким повинні задовольняти вироби після ремонту:

норми витрати матеріалів, метизів і запасних частин:

номенклатура деталей (складальних одиниць), відновлення (ремонт) яких технічно можливе і економічно доцільне.

Довідкова інформація містить дані, взяті з:

технологічної документації дослідних ремонтних підприємств;

опису прогресивних методів ремонту виробів (літературні джерела, періодичні видання тощо);

каталогів, довідників, альбомів прогресивних засобів технологічного оснащення;

матеріалів по вибору технологічних нормативів (режимів обробки, припуску, норм витрати матеріалів тощо);

методичних матеріалів з керування і розрахунків точності технологічних процесів;

планування виробничих ділянок ремонтного підприємства.

До довідкової інформації і рекомендацій, наприклад, належать одиничні технологічні процеси з різним ступенем деталізації опису, типові процеси на окремі види робіт, які виконують під час ремонту, а також деякі групові технологічні процеси, що розробляються і видаються проектно-технологічними організаціями. Ці процеси розроблені для певної програми ремонтного підприємства і містять загальні відомості, необхідні для ремонту виробу. Для конкретних підприємств такі технологічні процеси мають бути скориговані з урахуванням програми даного підприємства, наявного обладнання, оснащення, кваліфікації кадрів тощо.

5.2. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

ГОСТ 3.1102—81 передбачає дві стадії розробки робочої технологічної документації, яку застосовують для технологічних процесів ремонту виробів і їх складових частин:

розробку технологічної документації для дослідного ремонту і випробування виробів або їх складових частин з присвоєнням технічній документації літери РО;

розробку технологічної документації для серійного ремонту і випробування виробів або їх складових частин з присвоєнням технологічній документації літери РА.

Основні етапи розробки робочих технологічних процесів для дрібносерійного і серійного ремонтного виробництва і задачі кожного етапу наведені у *табл. 5.1.*

Після виконання першого і другого етапів розробляють ремонтне креслення деталі або схему розбирання (складання) виробу (складальної одиниці).

Внаслідок виконання третього і четвертого етапів мають бути вибрані найдоцільніші для даних умов технологічні способи, засоби і маршрути відновлення деталей, а також складені плани операцій по даних маршрутах із зазначенням дефектів, для усунення яких планується кожна операція.

У плані операцій вказують найменування операцій, спосіб встановлення деталі при виконанні операції, обладнання, пристрій, інструмент і зміст кожного переходу.

5.1. Основні етапи розробки технологічних процесів

Етапи розробки технологічних процесів	Завдання даного етапу
1. Аналіз вихідних даних для розробки технологічного процесу	Вивчення конструкторської документації на виріб, технічних вимог на дефектацію, відновлювану деталь або відремонтований вузол, агрегат, машину. Ознайомлення з плануванням відповідної виробничої ділянки на даному ремонтному підприємстві. Підбір довідкової інформації
2. Пошук аналога діючого одиничного, типового (групового) технологічного процесу	Розгляд документації для одиничних, типових (групових) технологічних процесів, які відносяться до даного виробу
3. Складання технологічного маршруту відновлення деталі, розбирання (складання) вузла, агрегату, машини	Вибір технологічних способів, застосовуваних при відновленні деталей, визначення (або уточнення) по технологічним процесам-аналогам послідовності технологічних операцій. Визначення (або уточнення) складу засобів технологічного оснащення
4. Розробка технологічних операцій	Розробка (або уточнення) послідовності переходів в операції. Вибір засобів технологічного оснащення операції (або їх уточнення). Встановлення вихідних даних для розрахунків і розрахунок припусків на обробку і оптимальних режимів обробки
5. Нормування технологічного процесу	Встановлення вихідних даних, необхідних для розрахунків норм часу і їх розрахунок. Визначення розряду робіт і обгрунтування професій виконавців для виконання операцій залежно від складності робіт
6. Розрахунок економічної ефективності варіантів технологічних процесів	Вибір оптимального варіанту робочого технологічного процесу
7. Оформлення робочих технологічних процесів	Заповнення форм технологічної документації відповідно до вимог стандартів ЕСТД і галузевої нормативно-технічної документації. Нормоконтроль технологічної документації (ГОСТ 3.1116—79). Погодження і затвердження

Рекомендована форма для складання плану операцій наведена у табл. 5.2, яка для прикладу заповнена на одну операцію.

Після розрахунку норм часу по кожній операції (етап 5) розраховують економічну ефективність варіантів робочих технологічних процесів і вибирають оптимальний варіант (етап 6).

Після кінцевого вибору і уточнення варіанту технологічного процесу оформляють відповідну технологічну документацію (етап 7), передбачену стандартами ЕСТД і галузевою нормативно-технічною документацією.

5.2. План операцій відновлення деталі

Деталь: вал привода ВВП
Позначення: 151.37-376-1
Маса: 1,95 кг
Дефект 5. Пошкодження різьби М20×1,5—6

Номер операції	Найменування операції, спосіб встановлення деталі, обладнання, пристрої, інструмент	Номер переходу	Зміст переходу
	Наплавлення		
005	Встановлення деталі у центрах. Зварювальний напівавтомат А-537У. Зварювальний перетворювач ПСГ-500. Балон $CO_2$40—150 ГОСТ 949—73. Наплавлювана установка (цехова). Шаблон 23 (цеховий).	1	Наплавити різьбову поверхню дротом 1,6 Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-82 з діаметра 20 до діаметра 23 мм на довжині 20 мм

5.3. РЕМОНТНЕ КРЕСЛЕННЯ І СХЕМА РОЗБИРАННЯ (СКЛАДАННЯ)

Ремонтне креслення деталі. До нормативно-технічної документації на ремонт належать ремонтні креслення деталей (рис. 5.1). Вони є робочими конструкторськими документами для організації ремонтного виробництва, які містять значний обсяг даних технологічного характеру.

Для розробки ремонтного креслення деталі необхідний певний комплект вихідних документів і даних, до яких відносяться:

робоче креслення на виготовлення деталі;

технічні вимоги на дефектацію деталі;

дані про коефіцієнти повторюваності дефектів (за результатами статистичної обробки даних про повторюваність дефектів, отриманих у процесі дефектації виборки деталей даного найменування);

технічні вимоги на відновлювану деталь;

технологічні способи усунення дефектів.

Основна вихідна інформація для розробки ремонтного креслення міститься у документах, розглянутих у п. 5.1.

Ремонтне креслення оформляють за правилами, встановленими ГОСТ 2.604—68 і РТМ 70.0001.053—85.

Ремонтні креслення виконують на листах формату А3. При цьому зображення відновлюваної деталі, специфікацію, технічні вимоги і таблицю категорійних розмірів виконують на першому листі, а види, розміри, перерізи, таблицю дефектів — на наступних листах.

Допускається виконувати ремонтні креслення на листах інших форматів за ГОСТ 2.301—68, але не більше формату А1.

Якщо при відновленні необхідно ввести додаткові деталі, то

ремонтне креслення виконують як складальне. Для цього виду ремонтних креслень складають специфікацію, куди у загальному випадку мають бути записані відновлювані і додаткові деталі, а також деталі, які замінюватимуть. На кожну додаткову деталь розробляють креслення. Правила заповнення специфікації повинні відповідати ГОСТ 2.604—68 і 2.108—68.

На складальному ремонтному кресленні, при необхідності, наводиться підготовка під встановлення додаткової деталі. Допускається для додаткових деталей нескладної конфігурації (типу втулок) на поле ремонтного креслення наводити дані для виготовлення і контролю.

На ремонтних кресленнях поверхні, які підлягають обробці при ремонті, виконують основною суцільною товстою лінією, решту частини зображення — суцільною тонкою лінією (у два-три рази тоншою основної суцільної лінії). Місця дефектів нумерують відповідно до номера дефекту, вказаного у таблиці дефектів, наведеній на ремонтному кресленні. Розмір шрифтів номерів позицій, дефектів, буквених позначень має бути у 1,5 раза більший, ніж розмір цифр розмірних чисел, які застосовують на тому ж ремонтному кресленні. Позначення дефектних місць мають відповідати наведеним на рис. 5.1.

На ремонтних кресленнях зображують тільки ті види, розрізи і перерізи та вказують ті розміри, граничні відхилення, допустимі похибки взаємного розміщення осей і поверхонь, параметри твердості, шорсткості поверхонь тощо, які мають бути виконані і перевірені у процесі відновлення деталі.

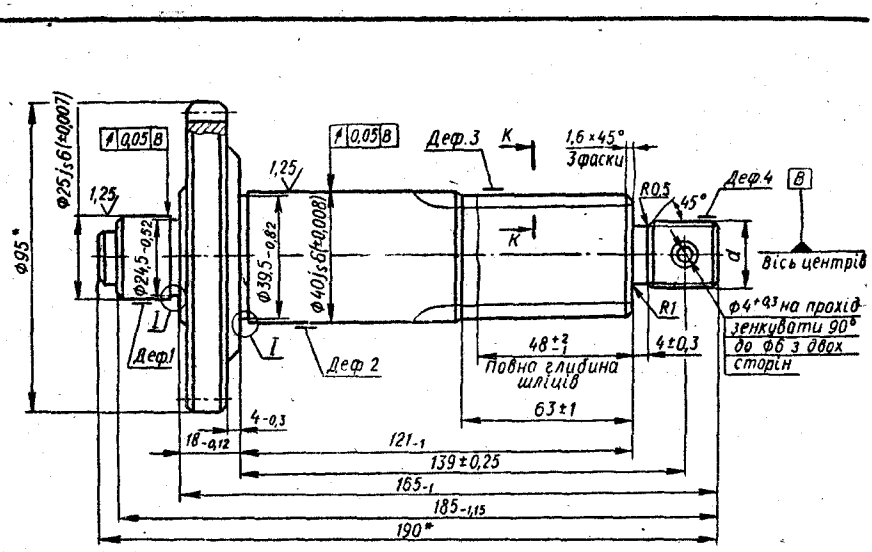
Числові значення і позначення розмірно-точносних характеристик, параметрів твердості та шорсткості поверхонь мають бути такими, як на робочому кресленні.

Граничні відхилення лінійних розмірів вказують чисельними значеннями або умовними позначеннями, відмічаючи у дужках їх цифрове значення.

На кресленні деталі розміри, необхідні для розрахунку нормативів часу на обробку, вибору обладнання (габаритні розміри), проектування оснащення тощо, для яких не потрібен контроль, проставляють у вигляді довідкових розмірів відповідно до ГОСТ 2.307—68. До таблиці дефектів заносять інформацію, яка характеризує дефекти і способи їх усунення.

У графі «Найменування дефекту» записують всі дефекти, за якими деталь згідно із технічними вимогами підлягає відновленню. При цьому вказують характер дефекту (знос тріщина, пошкодження тощо) і допустиме значення параметра, яке контролюють при дефектації деталі (допустимий розмір, овальність, конусоподібність тощо).

Графу «Коефіцієнт повторюваності дефектів» у випадку відсутності даних не заповнюють.



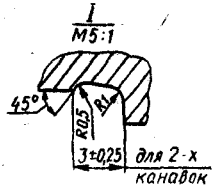
N дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту: від загальної кількості деталей, що надходять на дефектування	Коефіцієнт повторюваності дефекту: від загальної кількості ремонтопридатних деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1	Знос поверхні під шарикопідшипник 305 до розміру менше Ø 24,97мм			Наварити дротом 1,6 Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-62 у вуглекислому газі	Шліфувати, приварити стальну стрічку 50ХФА ГОСТ 2283-79 електроконтактним способом
2	Знос поверхні під шарикопідшипник 308 до розміру менше Ø 39,96мм			Те ж	Те ж
3	Знос шліців під муфту 150.41275-1 по товщині зубу менше 5,1мм			Те ж	
4	Пошкодження різьби (забитість, викрищування, зрив більше двох ниток)			Те ж	

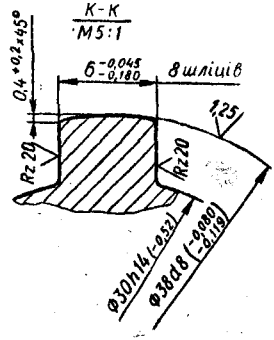
Вал привода ВВП не приймається на відновлення за наявності сколів та зламу зубів
Технологічний маршрут:
наплавити (деф. 1, 2, 3, 4), нарізати шліци (деф. 3) і різьбу (деф. 4), гартувати СВЧ (деф. 1, 2, 3), шліфувати (деф. 1, 2, 3)

5.1. Ремонтне креслення

У графі «Основний спосіб усунення дефекту» і «Допустимі способи усунення дефекту» у короткій формі записують основні операції, які потрібно виконати для усунення кожного дефекту. До основного відносять спосіб, застосування якого забезпечує отри-

Умовне позначення розміру	Розмір за робочим кресленням, мм	Категорія ремонтного розміру	
		I	II
d	M20×1,5-6g	M16×1,5-6g	—

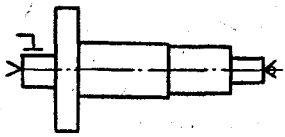




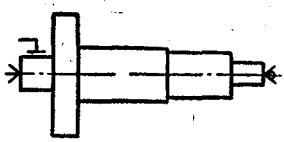
1. HRC 40...47; різьби HRC 28.. 32
2. Зміщення осі отв. Ф4 з діаметральної площини не більше 0,2 мм
3.* Розміри для довідок

Схеми базування деталі

під час наплавлення



під час механічної обробки



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	151.37.376-1Р			
Розроб.					Вал привода ВВП Ремонтне креслення	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.							1,95	1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.					Сталь 38ХС ГОСТ 4543-71	ХІ МЕСГ кафедра ремонту машин		
Затв.								

мання найвищих економічних і якісних показників відновлення деталі.

Якщо застосовується зварювання, наплавлення, напилювання, паяння тощо, то у цих графах вказують найменування, марку, роз-

міри матеріалу (електрод, флюс тощо), який використовують у даній операції, а також номер стандарту на цей матеріал.

Під таблицею дефектів вказують умови і дефекти, за яких деталь не приймається на відновлення, а також технологічний маршрут відновлення за основним способом усунення дефектів.

Розміри граф таблиці не регламентуються і визначаються обсягом текстової частини і наявністю вільного поля креслення.

Терміни, які застосовують при запису способу усунення дефектів і операцій відновлення у рекомендованому технологічному маршруті, мають відповідати прийнятим у державних стандартах та іншій науково-технічній документації.

Технічні вимоги виносять на поле ремонтного креслення над основним написом, групуючи разом однорідні та близькі за своїм характером вимоги у такій послідовності:

вимоги до термічної обробки і властивостей матеріалу відновленої деталі:

розміри, граничні відхилення розмірів, форм і взаємного розміщення поверхонь тощо:

вимоги до якості поверхонь, покриття і обробки:

вказівки про маркування і клеймування:

посилання на інші документи, які містять технічні вимоги, що поширюються на даний виріб, але не наведені на кресленні.

У технічних вимогах відображують дані про допустимі значення параметрів, які визначають міцність зчеплення нанесеного шару, наявність раковин, відшарувань тощо.

На ремонтних кресленнях деталей, при необхідності, дають вказівки по базуванню при виконанні окремих операцій у вигляді схем базування на вільному полі креслення.

Написи, таблиці, а також технічні вимоги на ремонтних кресленнях деталей і складальних одиницях виконують відповідно до ГОСТ 2.316—68.

Згідно з ГОСТ 2.604—68 на ремонтному кресленні добавляють букву Р (ремонтний) до позначення деталі або складальної одиниці. Ремонтне креслення кількома категорійними розмірами деталі позначають додаванням до позначення цієї деталі дробу, у чисельнику якої стоїть буква Р і цифра, яка відповідає першій категорії ремонтного розміру деталі, а в знаменнику — буква Р і цифра, яка відповідає другій або третій категорії ремонтного розміру деталі.

Якщо одна або більше поверхонь деталі мають категорійні розміри, то в правому верхньому кутку ремонтного креслення оформляють таблицю, а категорійний розмір на кресленні позначають буквою Р.

У випадку усунення дефекту поверхні деталі шляхом встановлення додаткової деталі (втулка, кільце тощо) на цю деталь розробляють ремонтне креслення на її виготовлення. Позначення ре-

монтного креслення додаткової (нової) деталі отримують добавлянням букви Н до позначення ремонтного креслення деталі, до якої відноситься додаткова деталь. Якщо для відновлення основної деталі потрібна не одна, а кілька додаткових деталей, їх позначення отримують добавлянням до букви Н порядкових номерів цих деталей (Н1, Н2, Н3 тощо).

Схема розбирання (складання) складальної одиниці є доцільною (не обов'язковою) вихідною інформацією для опису технологічного процесу розбирання (складання), а також може бути використана як самостійний технологічний документ на робочому місці у ремонтній майстерні, а із врахуванням трудомісткості виконання робіт дає можливість грунтовно визначити необхідні робочі місця для виконання розбирально-складальних операцій на даному підприємстві, оскільки на схемі відображена можливість виконання як послідовних, так і паралельних робіт.

Для складання схеми розбирання (складання) заданої складальної одиниці вивчають її конструкцію за складальним кресленням і ознайомлюються з відповідними типовими технологічними процесами за виданнями ГОСНИТИ.

Розбирання (складання) складальної одиниці здійснюють у певній послідовності, яка залежить від її конструкції.

Процес розбирання (складання) зображають на схемі прямою (вертикальною або горизонтальною) лінією, до якої у певних місцях примикають прямокутники, що позначають складові частини виробу (складальні одиниці і деталі). Для кращої наочності прямокутник, який схематично зображає складальну одиницю, виконується двома паралельними лініями.

На схемі розбирання прямокутники, що зображають складальні одиниці, які зніматимуть, розміщуються зліва за ходом лінії розбирання, а окремі деталі — справа. На схемі складання, навпаки: прямокутники, що зображують складальні одиниці, які встановлюватимуть, праворуч, а окремі деталі — ліворуч.

Початком для схеми розбирання є даний виріб (складальна одиниця), кінцем — базова деталь. Початком схеми складання є базова деталь, а кінцем — виріб (складальна одиниця).

Кожний прямокутник на схемі розділяється на чотири поля, від яких зазначаються найменування деталі або складальної одиниці, їх позначення, кількість і номер позиції за специфікацією на основному конструкторському кресленні виробу.

Якщо дана складальна одиниця не має позначення по основному конструкторському документу, тобто є лише технологічною складальною одиницею, то її позначення формують так: технологічній складальній одиниці присвоюють позначення тієї складальної одиниці, куди вона входить, із додаванням букви Т, якщо така складальна одиниця одна, і букви Т з цифрою (Т1, Т2 і т. д.), якщо таких складальних одиниць кілька. Вузол у технологічній

складальній одиниці позначається дробом: Т1/Т2, Т2/Т1, Т2/Т2 і т. д.

Схема розбирання (складання) супроводжується ескізом складальної одиниці і її специфікацією. Всі складові частини складальної одиниці нумерують на ескізі відповідно до номерів позицій, вказаних у специфікації. Номери позицій наносять на полках ліній-виносок, проведених від зображень складових частин (за правилами, передбаченими ГОСТ 2.109—73).

Номери позицій проставляють на схему у лівих верхніх квадратах прямокутників.

5.4. ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

Стандартами діючої єдиної системи технологічної документації (ЕСТД) передбачається два варіанти комплектності технологічних документів:

комплект документів технологічного процесу (операції), який являє собою сукупність технологічних документів, необхідних і достатніх для виконання технологічного процесу (операції);

комплект технологічної документації — сукупність комплектів документів технологічних процесів і окремих документів, необхідних і достатніх для виконання технологічних процесів при виготовленні і ремонті виробу чи його складових частин.

Для ремонтного підприємства розробляються і оформляються комплекти документів, які визначають технологічні процеси розбирання, складання, дефектації і відновлення деталей. При цьому встановлені такі види технологічних процесів за ступенем деталізації їх опису: маршрутний опис — для розбирання і дефектації, маршрутно-операційний для складання складальних одиниць і відновлення деталей.

Технологічну документацію, яку розробляють і застосовують на ремонтних підприємствах у системі агропромислового комплексу, оформляють відповідно до вимог стандартів ЕСТД з урахуванням, роз'яснень і обмежень, викладених у ОСТ 70.0009.005—85 і РТМ 10-05.0001.005—87. Цими документами передбачені різні види технологічних документів. До них відносяться групи технологічних карт і відомостей до цих карт: маршрутна карта (МК), карта типового технологічного процесу (КТП), наприклад, на очисні або електролітичні операції, операційна карта для різних видів операцій (наплавлення, механічної обробки, технічного контролю тощо), карта технологічного процесу дефектації (КТПД), карта ескізів до технологічних операцій (КЕ) тощо. До групи відомостей відносять: відомість технологічних документів (ВТД), які містяться у комплекті документів технологічного процесу; відомість деталей до типового технологічного процесу (ВТП), відомість оснащення (ВО) і обладнання (ВОБ).

2. Верстатні пристрої для встановлення і закріплення оброблюваних деталей або заготовок на верстатах.

3. Контрольні пристрої для перевірки якості ремонту або технічного стану деталей, вузлів, машин.

4. Пристрої для кріплення робочих інструментів, які дозволяють точно встановлювати і фіксувати інструмент на верстатах відносно оброблюваної заготовки.

5. Пристрої для захвату, переміщення і зміни положення ремонтованих деталей вузлів і машин. Їх застосовують для об'єктів, переміщення яких мускульною силою неможливе або утруднене.

Розбирально-складальні пристрої — це преси, знімачі, наставки. Їх можна використовувати самостійно і в комплексі з універсальними пресами або спеціальними стендами пресового типу з механізованим приводом. При цьому вони складаються з установочних, запірних, регулювальних, кріпильних, з'єднувальних елементів і корпуса пристрою.

Установочні елементи у більшості розбирально-складальних пристроїв — регульовані. У деяких пристроях (захватах) для механізованого розбирання застосовують розрізні двофланцеві стакани і призматичні підставки. Запірні елементи пристроїв — це кільця, конуси, різьбові пари, ступінчасті втулки. Регулювальні елементи пристроїв мають форму додаткових ланок, повзушок, спіральних дисків та конусів. Кріпильні елементи — це, як правило, стандартні деталі: гвинти, штифти, пальці, заклепки тощо. Елементи з'єднання виконуються у вигляді швидкознімних пристроїв. Корпуси розбирально-складальних пристроїв у більшості випадків представлені траверсою.

Верстатні пристрої є додатковим обладнанням до різного виду верстатів. Їх використовують для встановлення і закріплення оброблюваних деталей відносно різального інструменту так, щоб він точно виконував всі необхідні розміри, передбачені у даній деталі. За ступенем спеціалізації верстатні пристрої поділяються на універсальні, спеціальні, переналагоджені, універсально-складальні, складально-розбиральні та універсально-налагоджувальні.

Універсальні пристрої застосовують для встановлення і закріплення різних за формою і розміром деталей, що обробляються на універсальних механорізальних верстатах у штучному, дрібносерійному і серійному виробництвах.

Спеціальні пристрої використовують для виконання певних (одноцільових) операцій у серійному, крупносерійному і масовому виробництвах.

Переналагоджувані пристрої застосовують для встановлення і закріплення подібних за формою, розмірами і способами обробки деталей на різних верстатах у серійному виробництві.

Універсально-складальні пристрої складаються із готових нормалізованих елементів, які входять до спеціального комплек-

ту і застосовуються в умовах дослідного і дрібносерійних виробництв.

Верстатні пристрої повинні задовольняти трьом основним вимогам: забезпечувати характеристики точності деталі, давати зниження всіх видів витрат на виконання технологічної операції і бути простим і недорогим. Особливо необхідно звернути увагу на правильне встановлення у верстатних пристроях деталі. Воно досягається застосуванням спеціальних установочних баз і елементів.

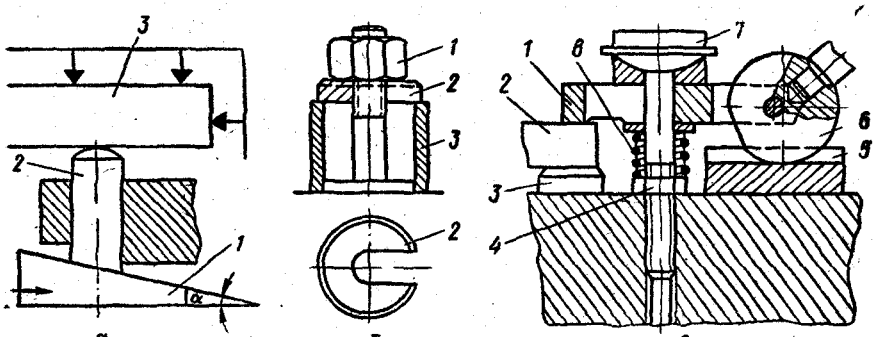
Верстатні пристрої поєднують у собі установочні, затискні, силові, напрямні, подільні і допоміжні елементи. Крім того, кожний пристрій включає в себе корпусні та кріпильні деталі.

Установочні елементи верстатних пристроїв несуть на собі базисні поверхні пристроїв, які використовуються як опори оброблюваної деталі. Вони визначають положення деталі відносно інших елементів і пристрою в цілому.

Опорні елементи поділяються на основні і допоміжні. Перші орієнтують деталь у пристрої і жорстко з ним зв'язані, другі індивідуально підводяться до деталі для підвищення стійкості і жорсткості при обробці. Опори виконують у формі штирів, призм і пальців.

Затискні елементи верстатних пристроїв повинні задовольняти таким вимогам: при затисканні не порушувати заданого положення деталі у пристрої, мати зусилля затискання достатньо великі, щоб виключити зсув, повертання або вібрацію деталі при різанні. Затискачі повинні бути механізовані або автоматизовані.

Розрізняють затискні пристрої прості та комбіновані. Прості, які складаються з одного елементарного механізму, бувають клинові, гвинтові, ексцентрикові, важельні та інші (рис. 5.4). Комбі-



5.4. Прості затискні пристрої:

а — клиновий затискач; 1 — клин; 2 — притискний штир; 3 — деталь; б — гвинтовий затискач з розрізною шайбою; 1 — гайка; 2 — шайба; 3 — оброблювана деталь; в — ексцентриковий затискач; 1 — притискна планка; 2 — оброблювана деталь; 3 — опора; 4 — гайка; 5 — опора ексцентрика; 6 — ексцентрик; 7 — гвинт; 8 — пружина

новані складаються з декількох простих пристроїв, з'єднаних разом (гвинтово-важельні, ексцентрично-важельні). У багатьох сучасних пристроях використовують пневматичні та гідравлічні затискні пристрої.

За видом привода затискне обладнання поділяють на ручне, механізоване та автоматизоване.

Напрямні елементи верстатних пристроїв необхідні для спрямовування різального інструменту переважно у тих випадках, коли він обертається. Вони являють собою кондукторні втулки, які бувають постійними і змінними.

Подільні елементи — це диски або сектори, що несуть на собі зуби, пази або отвори і застосовуються для фіксації деталі відносно різального інструменту.

Корпуси верстатних пристроїв і кріпильні деталі є зв'язуючими елементами верстатних пристроїв.

При розробці верстатних пристроїв максимально використовують стандартні, нормалізовані та уніфіковані конструктивні елементи.

Контрольні пристрої. За їх допомогою перевіряють точність виконання розмірів і взаємного положення поверхонь деталей і вузлів, а також правильність їх геометричної форми. Висока точність сучасних машин обумовлює необхідність застосування у контрольних пристроях вимірювачів високої чутливості, а також правильність вибору принципіальної схеми і конструкції пристроїв у цілому. Для перевірки невеликих і середніх деталей застосовують *стаціонарні контрольні пристрої*, для великих — переносні, які встановлюють на деталь або вузол, що перевіряються.

Контрольний пристрій складається із установочних, затискних, вимірювальних і допоміжних елементів. Для об'єднання цих елементів в одне ціле призначений корпус пристрою.

Установочними називають елементи, на які деталь (вузол), що перевіряється, ставиться своїми вимірювальними базами відносно вимірювального пристрою. Для встановлення на базові площини застосовують постійні опори зі сферичними і плоскими головками, опорні пластинки, а також спеціальні деталі залежно від конфігурації бази у плані. Для підвищення стійкості проти зношування опори термообробляють до твердості HRC 55-60. Для встановлення на зовнішні циліндричні поверхні деталі використовують призми.

Затискне обладнання у контрольних пристроях запобігає зміщенню встановленої для перевірки деталі (вузла) відносно вимірювального пристрою і забезпечує повний контакт установочних баз деталі з опорами пристроїв. У контрольних пристроях застосовують ручні затискні пристрої (важельні, пружні, гвинтові, ексцентрикові), а також пристрої з приводом, головним чином, пневмозатискачі. Часто застосовують комбіновані затискні пристрої,

забезпечуючи одночасне і строго рівномірне затискання контрольованих деталей до кількох опорних елементів пристроїв. Місце прикладення сили затискання вибирають так, щоб не викликати помітних деформацій деталі і елементів контрольного пристрою.

Вимірювальні пристрої контрольних інструментів поділяють на дві основні групи: граничні й відлікові. Граничні пристрої не дають чисельного значення вимірювальних величин. При цьому використовуються найпростіші пристрої: скоби, пробки або щупи. Як відлікові вимірювачі використовуються індикатори з важільною або зубчастою передачами.

Допоміжні пристрої контрольних інструментів мають різне призначення. Наприклад, поворотні пристрої при перевірці радіального або осьового биття або повзуни для переміщення вимірювальних елементів при перевірці прямолінійності або паралельності.

Корпус контрольного пристрою є його базовою деталлю. У стаціонарних пристроїв корпуси виконуються у вигляді масивної і жорсткої плити або корпусної деталі, на основі якої розміщують основні і допоміжні деталі та пристрої.

Пристрої для кріплення робочих інструментів використовують для фіксації різального інструменту на металооброблювальних верстатах. Вони призначені для прискорення встановлення і фіксації інструменту. Наприклад, перехідні втулки для інструменту на свердлильних верстатах, оправки для циліндричних і дискових фрез, розточувальні скалки тощо. Особливу групу складають пристрої для кріплення робочих інструментів, які розширюють технологічні можливості металорізальних верстатів. Ці пристрої дозволяють виконувати роботи, які виконують на верстатах інших типів. Наприклад, проточування кільцевих канавок і нарізання різьби на вертикально-свердлильних верстатах.

Пристрої для захвату, переміщення і зміни положення відновлюваних деталей, вузлів і машин. До цієї групи технологічних пристроїв відносяться ланцюгові та канатні скоби, траверси, кліщові і ексцентрикові захвати, підйомні електромагніти, кантувачі, підтримувальні пристрої, шарнірно-балансирні маніпулятори тощо.

До обов'язкових вимог при розробці таких пристроїв відносяться надійність захоплювання і утримання об'єкта, стабільність базування, недопустимість пошкодження або руйнування деталей.

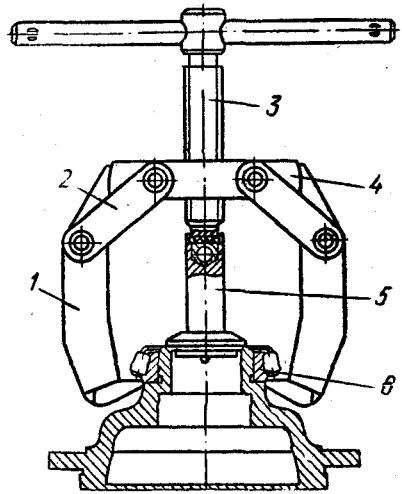
Знімачі для розбирання з'єднань із гарантованим натягом. Основна трудомісткість розбирально-складальних робіт при ремонті машин полягає у розбиранні з'єднань із гарантованим натягом, який відповідає гарячим і пресовим посадкам. Особливо важко піддаються розбиранню з'єднання з гарантованим натягом безпосередньо на ремонтованій машині і тоді приходиться демонтувати всю машину, витягаючи з'єднання з натягом або руйнуючи одну зі спряжених деталей. При цьому дійсні зусилля, які мають місце при розпресуванні таких спряжень, часто значно перевищують

теоретичні, особливо якщо ці спряження знаходились в умовах корозії. Основним обладнанням для розбирання з'єднань із гарантованим натягом є знімачі. Вони бувають спеціальні, призначені для знімання певної деталі, і універсальні — для розпресовування ряду деталей, відмінних одна від одної за конструкцією і розмірами. Всі знімачі діють на принципі захвату деталі, яку знімають, або упору у неї.

Спеціальні знімачі залежно від способу захвату деталі бувають із кріпленням лап до деталі болтами або шпильками, накручуванням корпуса знімача на різьбову частину деталі, із захватом деталі цанговим затискачем із середини, лапами, розтискаючим корпусом, упором, а також із заключенням у замкнений корпус.

Універсальні знімачі за конструкцією захватів можуть бути шарнірно-гвинтові, із шарнірним кріпленням лап і утриманням кільцем та з переміщенням лап по Т-подібній планці.

Всі знімачі мають вузли і деталі, подібні за призначенням і формою. Основою конструкції знімача є корпус (рис. 5.5). До нього приєднують захвати, за допомогою яких знімач з'єднується із деталлю. Захвати з'єднуються з корпусом тягами або становлять одне ціле з ним. Зусилля випресування створюється силовим гвинтом, на кінці якого закріплено наставку або опорну п'яту. У ряді конструкцій зусилля випресування створюється штоком гідравлічного або пневматичного циліндра.



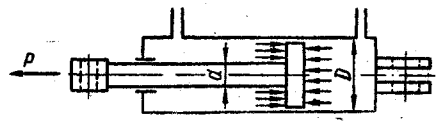
5.5. Гвинтовий знімач із лапчастими захватами:
1 — захват; 2 — тяга; 3 — силовий гвинт; 4 — корпус; 5 — наставка; 6 — деталь

Способи створення осьового зусилля у знімачів полягають у застосуванні різних пристроїв: механічних, гідравлічних і пневматичних, які і дають назву знімачам.

Із механічних знімачів одержали найпоширеніші гвинтові, які дозволяють одержати достатньо великі зусилля випресовування порівняно із зусиллям, яке прикладається робітником до рукоятки знімача.

Зусилля, яке може створити гвинтовий знімач, можна визначити за формулою:

$$R = \frac{PL}{r \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$



5.6. Схема розрахунку циліндра гідравлічного знімача

де P — зусилля руки, прикладене до рукоятки знімача, Н; L — плече, на якому діє сила Р, м; α — кут підйому гвинтової лінії або кут підйому нарізання при середньому діаметрі, град.; r — середній радіус різьби силового гвинта, м; φ — кут тертя (приймається з умови $f=\operatorname{tg}\varphi=0{,}15$); R — тягове зусилля гвинта знімача, Н.

Для розпресовування з'єднань із гарантованим натягом, яке потребує значних зусиль, застосовують гідравлічні знімачі. Основним робочим органом їх є силовий циліндр, у який під тиском подається робоча рідина (рис. 5.6). Зусилля Р, (Н), яке розвиває силовий циліндр, визначається за формулами:

при подачі рідини у підпоршневий простір

$$P_1 = \frac{\pi D^2}{4} p,$$

де p — тиск робочої рідини, Па;

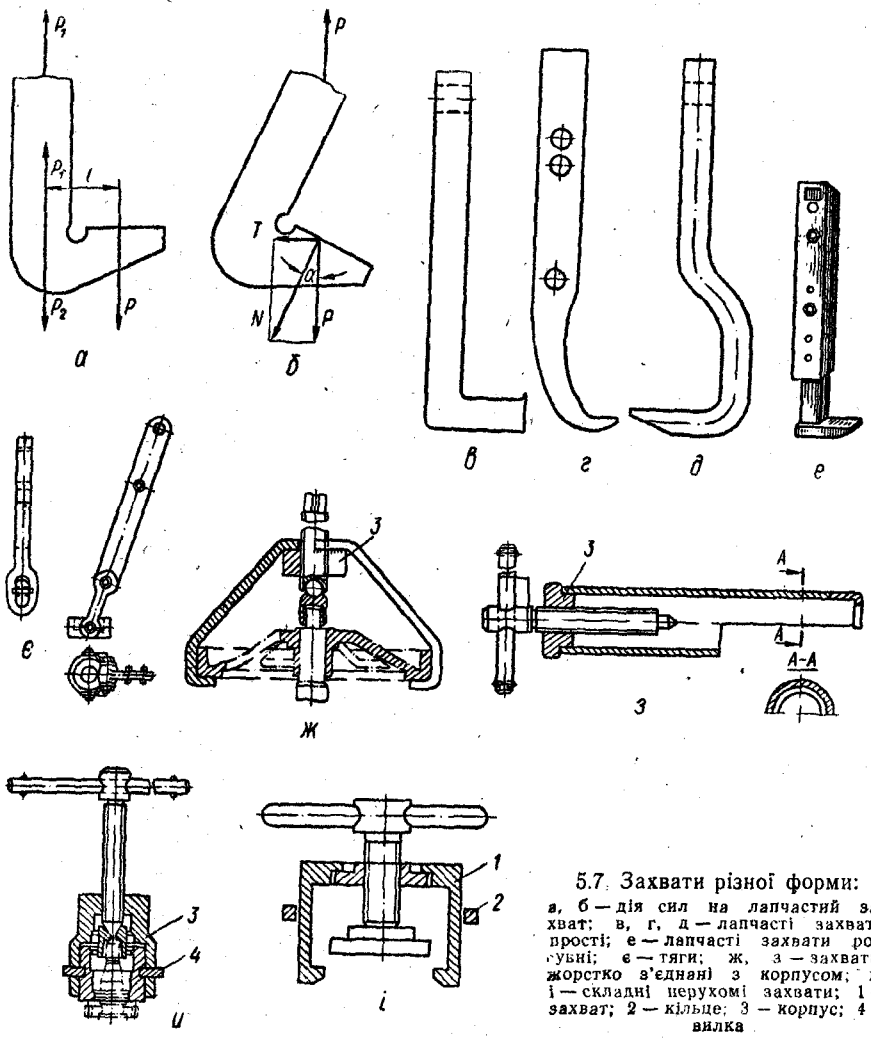
при подачі рідини у надпоршневий простір (у порожнину із боку штока)

$$P_2 = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} p.$$

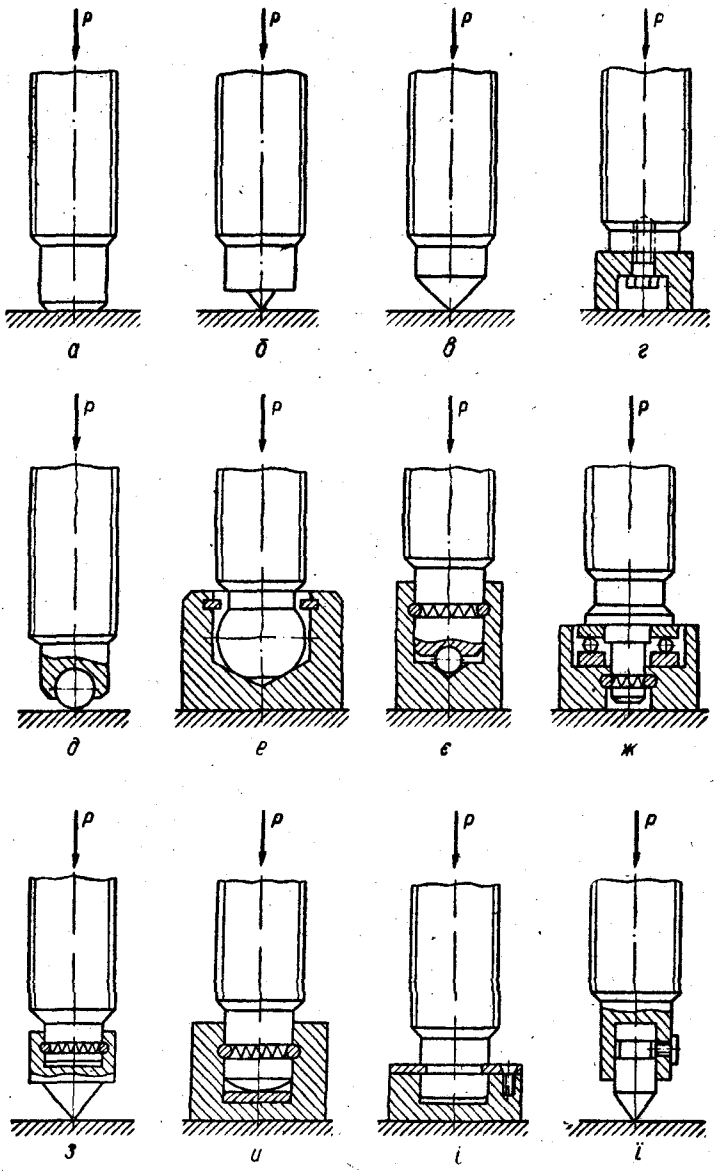
Захвати знімачів — це відповідальні деталі знімачів, у більшості конструкцій закінчуються гачком, який закріплює опресовану деталь. При роботі знімача на захват діє сила P_1 (рис. 5.7), яка дорівнює зусиллю розпресування, поділеному на кількість захватів. Перенесенням сили у центр ваги перерізу тяги одержимо силу P_2, що розтягуватиме захват, і дві сили P_1 і P з моментом Pl, який згинає кінець захвату (при цьому $P_1=P$; $P_1=P_2$). Як видно з наведеної схеми, захвати працюють в умовах розтягування і згину, що повинно враховуватись під час розрахунку і вибору перерізу захвату. У випадку встановлення захвату на деталь, яка спресовується під деяким кутом, крім вказаних вище сил, виникає зусилля $T=N\sin\alpha$, що сприяє зриванню конусів захватів з деталі. Тому при розробці конструкції знімачів необхідно передбачати таке розміщення захватів, при якому сили, діючи на лапу, відповідали б рис. 5.7, а. Форма захватів досить різноманітна і визначається конфігурацією деталей, що спресовуються, і місцем їх розташування. Для зменшення випадків зривання захватів із деталей, що спресовуються, в конструкціях знімачів передбачаються різні способи їх притискання. Для випресовування деталей, до яких доступ захватами утруднений, застосовують цангові захвати.

Силовий гвинт (шток) знімача витримує великі навантаження. Упорний кінець гвинта (штока) повинен бути циліндричної форми, діаметром трохи меншим внутрішнього діаметра різьби, для того щоб у випадку знімання торця гвинта його можна було викрутити

із гайки корпуса знімача. Для зменшення зносу торця гвинта (штока) цей кінець термообробляють для одержання високої твердості поверхні. Осьове зусилля, яке передається від гвинта (штока) на деталь машини, може викликати зминання їх металу. Для запобігання цьому застосовують допоміжну деталь — п'яту силового гвинта. На рис. 5.8 наведені кінці силових гвинтів різної форми як без п'ят, так і з ними. Під час роботи з деталями із м'яких матеріалів п'яту гвинта оснащують прокладкою з латуні, міді, алюмінію або фібри.



5.7. Захвати різної форми:
а, б — дія сил на лапчастий захват; в, г, д — лапчасті захвати прості; е — лапчасті захвати розгубні; є — тяги; ж, з — захвати, жорстко з'єднані з корпусом; и, і — складні шарнірні захвати; 1 — захват; 2 — кільце; 3 — корпус; 4 — вилка



5.8. Опорна частина силових гвинтів (штоків):
а — ї — різні варіанти конструкцій

Корпуси знімачів можуть мати різну кількість захватів. Корпус знімача для двох захватів зроблений у вигляді планки прямокутного перерізу, на кінцях якої закріплені захвати, а в середній частині передбачений отвір для силового гвинта (штока). З'єднання захватів із корпусом у знімачах здійснюється–шарнірно-нерознімними або шарнірно-рознімними способами за допомогою отвору, виготовленого на верхньому кінці захвату за формою планки корпуса. Причому, при шарнірно-рознімному способі з'єднання захватів верхню частину планки корпуса роблять гладенькою або з вирізами для фіксації захватів у певному положенні.

При використанні у знімачі силового гвинта у корпусі часто роблять отвір із різьбою. Кількість витків різьби вибирають, виходячи з таких міркувань: при великій кількості витків отримують менше навантаження на кожний виток, але при дуже великому їх числі збільшується сила тертя і розміри корпуса, а значить і маса знімача.

Із часом різьба у корпусі знімача зношується і відновити її досить складно. Тому застосовують втулки для встановлення їх у корпусі з внутрішньою різьбою під силовий гвинт. При зношуванні різьби у втулці її замінюють, залишаючи корпус знімача таким же.

6. РЕМОНТ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

6.1. РЕМОНТ ДВИГУНІВ

Серед агрегатів тракторів і автомобілів найменш довговічний — двигун. За його ресурсом визначають міжремонтні строки служби машин. Складові частини двигуна мають різний ресурс.

Найшвидше зношуються поршневі кільця, поршні, циліндри, клапани, шийки колінчастого вала, його шатунні і корінні вкладиші. Ці елементи двигуна відносяться до відповідальних складальних одиниць деталей, для усунення несправностей яких розроблені прогресивні технологічні процеси.

Ремонт кривошипно-шатунного механізму. Ремонт колінчастих валів, пальців і шатунів розглянуто у розділі 4 «Технологія усунення дефектів типових деталей».

Комплектування шатунно-поршневої групи. Комплекти шатунів у складі з кришками, болтами і гайками підбирають за масою і міжосьовою відстанню отворів головок. Маса шатуна позначається тризначним числом, вибитим на торці нижньої головки. Для зрівноваження маси опилюють метал стержня шатуна на лінії рознімання штампів на глибину 1 мм.

Різниця у масах деталей у комплекті для одного двигуна при його роботі призводить до виникнення незрівноважених сил інер-

ції, що викликає вібрацію і прискорене зношування деталей двигуна. Різниця мас нижніх і верхніх головок шатунів в одному комплексі не повинна перевищувати ±3 г.

У поршні зношуються канавки під кільця і отвори у бобишках. Відновлюють поршневі канавки плазмово-дуговим наплавленням, а зношені отвори у бобишках під поршневий палець розвертають ручною розтискною розверткою. Овальність, конусність і напіввісність отворів бобишок поршня не повинні перевищувати 0,01 мм. Допускається неперпендикулярність загальної осі отворів бобишок до осі поршня до 0,03 мм на довжині 100 мм.

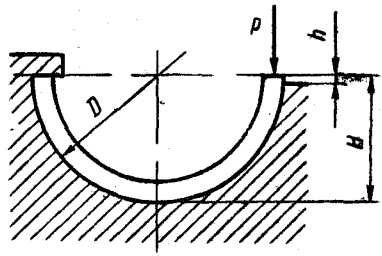
Поршні підбирають за розмірною групою і масою. Значення маси поршня і маркування розмірної групи вибиті на днищі.

Для деталей СМД маса поршня вказується трьома цифрами аналогічно маркуванню шатуна. Попередньо комплект поршнів підбирають у межах допустимої різниці у масі за цифровим маркуванням на днищі, а кінцево — за результатами зважування. Комплект поршнів, підібраний за масою, має бути однієї розмірної групи. Поршні з гільзами комплектують за зазором між поршнем (по юбці) і гільзою, позначаючи буквами Б, С, М, які вибивають на днищі поршня і верхньому торці гільзи. Різниця мас поршнів і шатунів у складі з поршнями допускається відповідно 4—20 г і 10—40 г залежно від марки двигуна.

Кільця масляні і компресійні підбирають за розміром гільз і висотою канавок на поршні та перевіряють на спеціальному приладі, на пружність, яка повинна бути для компресійних кілець 15—75 Н, маслознімних — 18—52 Н при зазорі у стику — 0,3—0,6 мм (залежно від марки двигуна). Короблення торцевих поверхонь поршневих кілець допускається не більше 0,06 мм. Під час перевірки на фарбу між двома плитами при масі верхньої плити 3 кг пляма контакту має бути не менше 75 % загальної площі всієї поверхні для компресійних кілець і 65 % для маслознімних. Пляма контакту повинна охоплювати все коло, його розрив допускається на довжині не більше 8 мм. Коливання товщини для одного кільця допускається не більше 0,08 мм. Можливе підганяння поршневих кілець за висотою шліфуванням їх на плоскошліфувальному станку з магнітним столом або вручну на плиті, покритій наждачним папером. Для перевірки зазора у стику поршневі кільця встановлюють у циліндр строго у площині, перпендикулярній осі, і перевіряють щупом. Контролюють також якість прилягання кілець до стінки циліндра на просвіт. Просвіт між кільцем і гільзою не повинен перевищувати 0,02 мм на дузі 25—30° і ближче 30 мм від стику.

Вкладиші підбирають за розмірами шийок колінчастого вала і висотою Н. У спеціальному пристрої (рис. 6.1) вкладиш встановлюють у гніздо, діаметр якого Д дорівнює номінальному діаметру отвору нижньої головки шатуна під вкладиш. Один стик вправ-

6.1. Схема перевірки шатунних вкладишів за висотою



ться у виступ пристрою, до другого прикладають навантаження, яке змінюється залежно від номера ремонтного розміру. Під час вимірювання висоти вкладишів двигунів навантаження становить 6—13 кН. Із збільшенням товщини вкладишів (номеру ремонтного розміру) навантаження зростає. Висота вкладиша при такому вимірюванні має бути: $H=r+h$, де r радіус гнізда пристрою, який дорівнює половині діаметра Д, мм; h — виступаюча частина вкладиша на стику під навантаженням P, яка дорівнює 0,07—0,12 мм.

Поршневі пальці підбирають так, щоб вони мали одну розмірну групу з отворами у бобишках поршнів. Розмірні групи на поршні і поршневому пальці маркують фарбою, буквеними або цифровими індексами. На поршні маркування нанесено на бобишці, а на поршневому пальці — на внутрішній поверхні або торці.

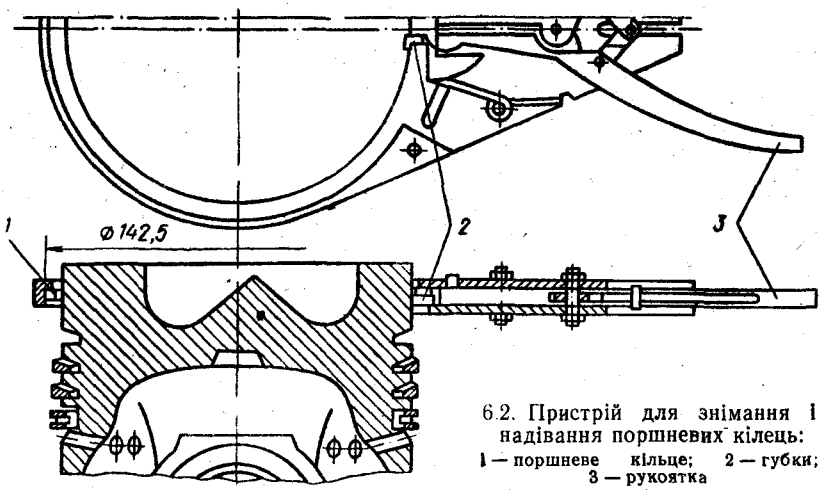
Різниця у масі поршневих пальців, які встановлюються на один двигун, залежно від марки не повинна перевищувати 6—10 г, різностінність — 0,5 мм.

Втулки за зовнішнім діаметром підбирають відповідно до діаметрів верхньої головки шатуна, а за внутрішнім — за діаметром пальця з урахуванням припуску на обробку.

Складання шатунно-поршневої групи починають із запресування втулок у верхню головку шатуна з натягом 0,03—0,12 мм для дизелів різних марок. Шатун закріплюють на алмазно-розточувальному станку УРБ-ВП і розтягують втулку з припуском: на розкатування 0,04—0,06 мм, дорнування 0,08—0,15 мм або розгортання 0,05—0,08 мм відносно нормального діаметра поршневого пальця.

Втулку розкатують імпульсною розкаткою на вертикально-свердлильному станку, дорнують під пресом з механічним приводом при безперервній подачі дорну, змащеного дизельним маслом. Контролюють відхилення від паралельності осей отворів у втулці і нижній головці шатуна відповідно до технічних вимог (правка шатуна не допускається. Складають нижню головку з вкладишами й болтами. Болти мають входити в отвори від легких ударів молотка масою 200 г.

Масляні канали шатуна промивають, продувають повітрям. Поршні нагрівають в електрошафі або водомасляній ванні до температури 80—90 °С і у поршневих затискачах з'єднують із шатуном поршневим пальцем, встановивши попередньо в одну з бобишок стопорне кільце за допомогою спеціальних щипців. Потім вкладають друге стопорне кільце в канавку отвору бобишки. Паль-



6.2. Пристрій для знімання і надівання поршневих кілець:
1 — поршневе кільце; 2 — губки; 3 — рукоятка

ці мають вільно входити в отвір поршня. Кільця встановлюють на поршень за допомогою спеціального пристрою (рис. 6.2). Вони повинні вільно переміщуватися у канавках.

Кільця встановлюють на поршень меншим діаметром уверх (компресійне — виточкою вверх). Під час складання стежать за правильним розміщенням шатуна за інструкцією завода-виготівника.

Ремонт газорозподільного механізму. Зношування деталей механізму газорозподілу призводить до порушення фаз газорозподілу, і, як наслідок, до втрати потужності двигуна, збільшення витрати палива.

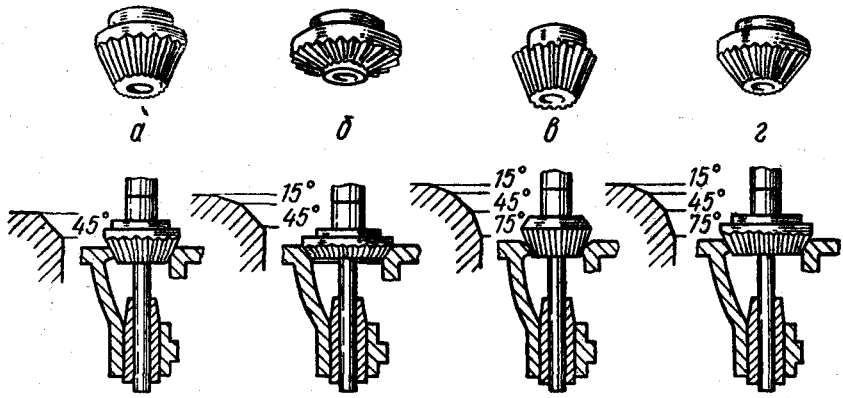
Головка блока циліндрів. Основними дефектами є тріщини і пробоїни, короблення площини рознімання з блоком циліндрів; зношування і прогорання фасок клапанних гнізд (сідел); зношування втулок клапанів, різьби шпильок і різьбових отворів; втрата герметичності водяної сорочки; з'явлення тріщин і обгорання стінок камери згоряння.

Перед ремонтом головку циліндрів випробують на герметичність стінок і ущільнень при тиску води 0,4—0,5 МПа. Підтікання і потіння стінок головки циліндрів протягом 5 хв не допускаються.

Технологія відновлення головок циліндрів, які мають тріщини і пробоїни у стінках, аналогічна технології усунення вказаних дефектів у корпусних деталях і розглянута у розділі 4.

У випадку короблення нижньої площини головки блока понад 0,15 мм її шліфують або фрезерують мінімальним зніманням металу.

Найпоширеніший дефект головок циліндрів — зношування робочої фаски клапанних гнізд. Його усувають фрезеруванням. Для



6.3. Обробка клапанного гнізда фрезами. Фрезерування під кутом: а — 45°; б — 15°; в — 75°; г — чистове під 45°

цього застосовують набір із чотирьох спеціальних фрез (рис. 6.3). Спочатку головки обробляють чорновою фрезою до повного зникнення слідів зносу. Потім надають фасці необхідної ширини, обробляючи послідовно фрезами з різними кутами різальної кромки. Далі остаточно обробляють фаску чистовою фрезою. Після фрезерування фаска повинна мати ширину 1,5—4,5 мм для різних головок блока циліндрів. Шорсткість поверхні після фрезерування — не більше $K_z=0{,}80$ мкм, радіальне биття фаски відносно отвору втулки клапана — 0,05 мм. Для отримання гладенької поверхні фасок після фрезерування шліфують гнізда абразивним наконечником. Граничний діаметр гнізда клапана встановлюють за величиною заглиблення тарілки нового (номінального розміру) клапана. Номінальний розмір заглиблення клапана визначають за технічними вимогами на капітальний ремонт відповідної марки двигуна.

Зношені клапанні гнізда відновлюють наплавленням або кільцюванням. У випадку ремонту клапанних гнізд запресовуванням кілець гнізда розточують на певну глибину з великою точністю (допустима овальність гнізд до 0,05 мм, конусність — 0,2 мм) і запресовують у них кільця з натягом 0,14—0,15 мм, виготовлені із спеціального (перлитного) чавуну. Для полегшення їх встановлення і збільшення міцності посадки головку блока нагрівають до температури 380—420 °С, а кільця охолоджують у сухому льоді або головку нагрівають до 90 °С, а кільця охолоджують у рідкому азоті. Після запресовування на кільцях проточують фаски.

Отвори напрямних втулок клапанів відновлюють так. Замінюють напрямні втулки (натяг 0,002—0,01 мм), внутрішній діаметр розвертають за розміром стержня клапана. Щоб уникнути заміни напрямних втулок із зношеними отворами, але з нормальною по-

садкою по зовнішньому діаметру, в отворах втулок нарізають мітчиком різьбу, знежирюють її поверхню ацетоном, заповнюють отвір епоксидним клеєм, наповнювачем якого є графіт. Після термічної обробки отвір втулок по кондуктору розсвердлюють, потім розвертають за розміром стержня клапана.

Зношену зовнішню поверхню напрямної втулки відновлюють накатуванням зубчастим роликом або термічним способом, повільно нагріваючи їх у печі зі швидкістю 250—300 °С/год до температури 700 °С з витримкою 10—40 хв (залежно від потрібного збільшення по діаметру) і наступним повільним охолодженням. У цьому випадку діаметр збільшиться на 5—18 мкм.

Зношування або зривання різьби отворів усувають за допомогою спіральних вставок, нарізанням різьби збільшеного розміру або встановленням додаткової вставки, у якій нарізають різьбу номінального розміру. Шпильки при такому дефекті замінюють.

Клапани можуть мати знос та підгорання робочих фасок тарілок, знос поверхні стержня і його торця. Робочі фаски клапанів і торці стержня шліфують на спеціальних станках СШК-3 або 2414, попередньо перевіривши прямолінійність стержня клапана. Допускається відхилення 0,05 мм. Після перевірки биття стержня клапан встановлюють у цанговий патрон станка під кутом 45° і шліфують фаску. Після шліфування на поверхні тарілки не повинно залишитися рисок і задирок, а циліндричний поясок має бути висотою 1,1—1,3 мм. Шорсткість фаски після обробки — не більше R_a=0,63 мкм, а биття відносно осі поверхні стержня — не більше 0,03 мм.

Гранично зношені тарілки клапанів (висота пояска менше 0,5 мм) відновлюють плазменним напиленням, наплавленням СВЧ шихти із жароміцних матеріалів (ВК3, ЭП616 і сормайт) і електроконтактним напиленням металевих порошків.

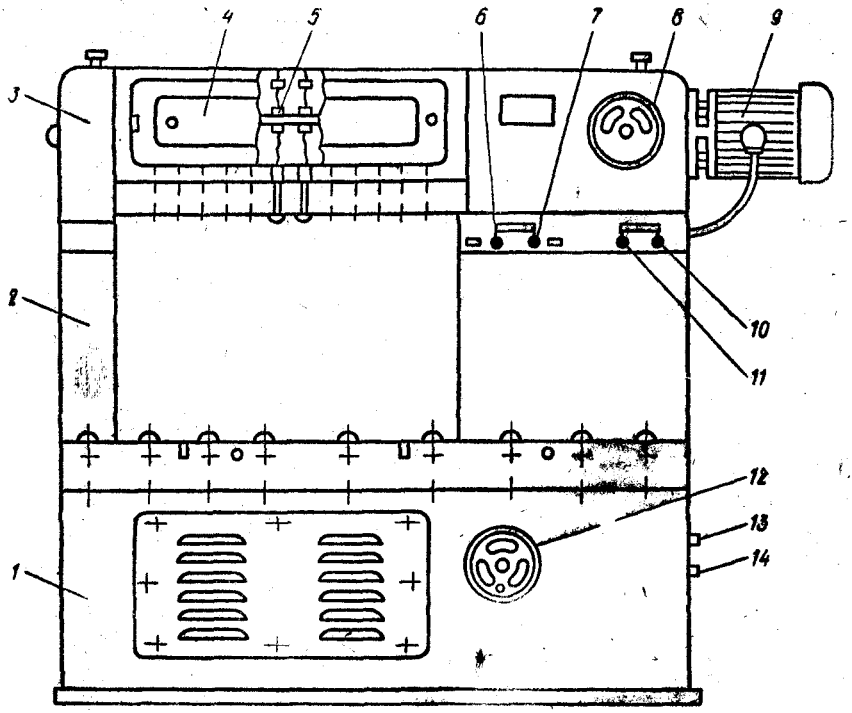
Зношені стержні клапанів шліфують на зменшений розмір, нарощують залізненням або хромуванням. Овальність і конусоподібність стержня клапана після шліфування не повинні перевищувати 0,02 мм, а шорсткість — R_a=0,32 мкм.

Пружини клапанів. Дефектами їх є втрата пружності і усадка від постійно діючих знакозмінних навантажень. Контроль пружності клапанних пружин перевіряють на приладі КП-0507 і визначають силу їх стискання, порівнюючи з технічними умовами. Пружини, у яких пружність менше допустимої, відновлюють накатуванням роликом або способом термічної фіксації на установці ОРГ-26095, де її розтягують затискачами пристрою до необхідної довжини, пропускають через неї електричний струм, нагріваючи до 400—450 °С, і охолоджують на повітрі.

Складання головки циліндрів і притирання клапанів. Головки циліндрів складають на спеціальному стенді (столі) або із застосуванням кантувачів. Спочатку встановлюють напрямні втулки і

підбирають по них клапани перед притиранням їх до гнізд. Втулки з буртиком запресовують до упору, а без буртика — до висоти, допустимої технічними вимогами. Зазор між стержнем впускного клапана і втулкою — 0,03—0,07 мм, а випускного і втулкою — 0,07—0,11 мм.

Для кращого прилягання до гнізда клапани притирають на спеціальних станках типу ОПР-1841А (рис. 6.4) або на стендах. Цим

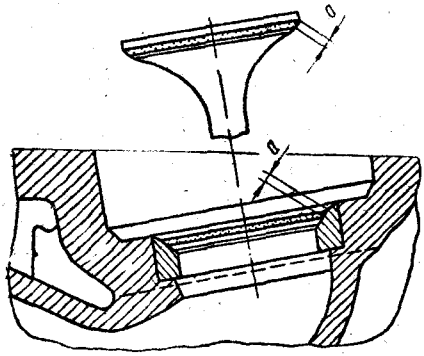


6.4. Загальний вигляд станка ОПР-1841А:

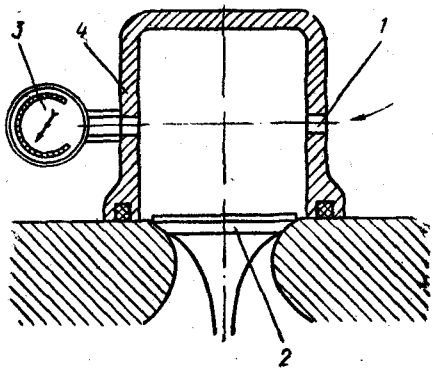
1 — станина; 2 — стояк; 3 — кожух; 4 — кришка блока шпинделів; 5 — привод шпинделів; 6 — кнопка підйому блока; 7 — кнопка опускання блока; 8.— маховик переміщення корпуса шпинделів; 9 — електродвигун; 10 — кнопка «Стоп»; 11 — кнопка «Робота»; 12 — маховик підйому і опускання площадки; 13 — кнопка включення подачі струму; 14 — кнопка виключення подачі струму

досягається необхідна герметичність клапанної пари. На фаски клапанів і гнізд головки циліндрів наносять пасту (карбід бору М40 — 10 %, мікрокорунд М20 — 90 %: електрокорунд зернистий М 14 — 87 %. парафін — 13 %), яку розводять у дизельному маслі до сметаноподібного стану. Для підвищення якості і продуктивності процесу притирання клапанів рекомендується до пасти додавати поверхнево-активні речовини, наприклад олеїнову або стеаринову жирну кислоту. Продуктивність процесу у цьому випадку зро-

стає на 50—60 %. Для притирання клапанів, які мають гнізда із сірого чавуну, рекомендується застосовувати суміш з 40 % шліфувального порошку із сірого електрокорунду зернистістю М 14 або М 20, 55—58 % дизельного масла і 2—5 % олеїнової або стеаринової кислоти. Після притирання шорсткість поверхні становить 0,63—0,32 мкм, а ширина матового безперервного пояска — не менше 1,5 мм (рис. 6.5). Допускається різниця ширини не менше



6.5. Розміщення матових поясків на притертих поверхнях робочих фасок сідла і клапана



6.6. Перевірка герметичності клапанів пневматичним пристроєм:
1 — отвір для підведення стиснутого повітря; 2 — клапан; 3 — манометр; 4 — стакан пристрою

0,5 мм. На деяких ремонтних заводах застосовують технологію ремонту без притирання, яка грунтується на розпогодженні кута посадочних поверхонь з'єднання. В основу цього методу покладені складання спряжень клапан — сідло (гніздо) клапана, виконаних з різними кутами. Фаску клапана шліфують на кут 44° у спеціальному пристрої, а кут фаски сідла залишають без змін. Кут, який виникає при цьому, забезпечує необхідну герметичність клапанної пари без притирання, сприяє швидкому припрацюванню з'єднуваних поверхонь. Герметичність прилягання кожного притертого клапана до сідла головки блока перевіряють пневматичним пристроєм (рис. 6.6). У порожнину стакана, встановленого над клапаном, грушою накачують повітря під тиском 0,04—0,07 МПа, який визначають за манометром, з'єднаним з порожниною стакана. Падіння тиску протягом 30 с вказує на негерметичність спряження і неякісне притирання клапана. У цьому випадку притирання повторюють.

Після притирання клапани ставлять по гніздах відповідно до розмітки, за допомогою пристрою стискають пружини із сухариками. Останні мають щільно прилягати до виточки у стержні клапана і до сідла клапанної пружини.

Пружини перевіряють на пружність за допомогою пристрою КИ-9918. Їх підбирають так, щоб вони були однаковими за висотою і пружністю.

Валик коромисел (вісь) при зношуванні зовнішньої поверхні відновлюють хромуванням або залізненням. Зігнутий валик правлять без нагрівання. Після остаточної обробки овальність посадочних місць під коромисла допускається до 0,02 мм, а прямолінійність по всій довжині — не більше 0,02 мм.

Коромисла клапанів із втулками можуть мати знос бойків внутрішньої поверхні втулок і різьби під регулювальний гвинт.

У випадку зношування поверхонь бойка у допустимих межах (не більше 2 мм) його шліфують по радіусу до виведення слідів зносу і полірують до шорсткості не більше 0,63—0,32 мкм. Якщо бойок зносився понад допустимі значення, його наплавляють порошком ПГ-СР4 газопорошковим наплавленням. Зношену втулку замінюють і прошиванням ущільнюють внутрішню поверхню.

Обробляють фаски $1{,}0^{+0{,}25}\times 45$ з двох боків і розтягують або розвертають отвір втулки до нормального або ремонтного розміру.

Штовхачі. У них зношуються поверхні стержня і тарілки. Стержні відновлюють залізненням або хромуванням. У випадку зношення робочої поверхні тарілки штовхача до 0,3 мм її шліфують. Великі ж зноси усувають газопорошковим наплавленням порошком ПГ-СР4 і обробляють під нормальний розмір.

Ремонт системи мащення. *Масляні насоси.* Їх загальний стан (тиск і продуктивність) перевіряють на стендах типу КИ-27526. Зниження продуктивності допускається на 10—12 % номінальних значень.

Основною причиною зниження продуктивності є збільшення торцевого і радіального зазорів у з'єднання шестерень із корпусом, а також між опорними поверхнями валиків шестерень і отворами втулок. Воно не повинне перевищувати 0,2—0,3 мм (визначають за допомогою індикаторних пристроїв).

Основними дефектами деталей масляних насосів можуть бути зноси корпуса насоса у місцях з'єднання з торцями шестерень, площин кришок (проставок) і торцевої поверхні шестерень, поверхонь валиків, осей і втулок, втрата герметичності клапанів, зривання різьби і знос шліців валиків.

Для відновлення бокових гнізд корпуса насоса існує кілька способів. Перший заключається у зміщенні осей обертання шестерень у бік всмоктування. У цьому випадку ексцентрично розточують отвір під валик насоса і вісь веденої шестерні (під встановлення у них проміжних стальних втулок) і гнізда під шестерні. Зміщенням осей на 0,7—0,8 мм досягають необхідної герметизації зубів шестерень з боковими поверхнями гнізд.

Другий спосіб передбачає розточування зношених бокових по-

верхонь гнізд і встановлення ремонтних вкладишів з наступним їх розточуванням до номінального або ремонтного розміру.

Третім способом ремонтують зношені гнізда корпуса під номінальний розмір за допомогою епоксидного компаунда А. Його нагнітають у зазор між корпусом насоса і шаблоном, зовнішній розмір якого відповідає номінальному діаметру гнізд напірних шестерень.

Знос кришки понад 0,05 мм по глибині у місцях контакту із шестернями усувають шліфуванням, точінням або фрезеруванням. Допускається неплощинність до 0,03 мм на 100 мм довжини. Зношені втулки у кришці і корпусі замінюють новими, а потім розвертають їх під ремонтний розмір.

Шестерні масляних насосів із зносом зубів за висотою і довжиною з рисками і задирками перешліфовують під ремонтний розмір.

Шийки валів ведучих шестерень масляного насоса відновлюють хромуванням або залізненням.

Зношені отвори клапана плунжерного типу розвертають до виправлення геометричної форми, виготовляють по отвору новий клапан, а потім їх разом притирають.

Герметичність кулькових клапанів відновлюють зенкуванням гнізда до виведення слідів зносу з наступним осадженням кульки за місцем.

Масляні фільтри. Фільтрувальні елементи масляних фільтрів забруднюються і втрачають свою пропускну здатність, а при пошкодженнях пропускають забруднене масло. Основними дефектами фільтрів можуть бути тріщини і обломи корпуса, зноси втулок і осей, зривання різьби, порушення герметичності клапана.

Різьбові отвори, тріщини і негерметичність відновлюють раніше описаними способами. Шийки осі ротора, зношені на 0,1 мм і більше, шліфують на круглошліфувальному станку до виведення слідів зносу або відновлюють електролітичним нарощуванням. Втулки осі розвертають під розмір шийок осі до нормального або ремонтного розміру, забезпечуючи зазор у спряженні 0,02—0,05 мм.

Ремонт системи охолодження. *Дефектами деталей водяного насоса* можуть бути: тріщини корпуса: зривання різьби в отворах; знос посадочних місць під підшипники і упорну втулку, а також під крилатку на валику, під втулки, сальники і шківи вентиляторів; знос, тріщини і корозія поверхні лопаток крилатки; знос внутрішньої поверхні втулок.

Тріщини у корпусах усувають способами, описаними у розділі 4.

На зношені посадочні місця під підшипники наносять шар металу залізненням або суміш на основі епоксидної смоли. Потім їх розточують до нормального розміру. Пошкоджені поверхні під втулки розвертають до виведення слідів зносу, потім запресовують ремонтні з натягом 0,015—0,045 мм. Після запресування втул-

ки розвертають. Нерівності торцевих поверхонь корпусів усувають шліфуванням. Торцеве биття не повинне перевищувати 0,1 мм. Зношені посадочні місця валика водяного насоса під підшипники і сальники, а також пошкоджену різьбову поверхню наплавляють у середовищі вуглекислого газу. Шпонкові пази при зазорі понад 0,05 мм фрезерують під збільшений розмір.

Дефекти вентиляторів — спрацювання посадочних місць під підшипники у шківах і конічні поверхні ручая під пас; послаблення заклепок, згин лопатей і хрестовини.

Зношені посадочні місця шківа розточують і на епоксидній суміші, встановлюють втулку, яку потім розточують до нормального розміру. Посадочні місця можна відновлювати залізненням з наступним розточуванням. Ручаї шківа, зношені понад 1 мм, проточують до виведення слідів зносу. Ослаблені заклепки підтягують, а якщо отвори під заклепки мають овальну форму, їх свердлять і ставлять заклепки збільшеного діаметра. У випадку заміни лопатей різниця у масі не повинна перевищувати 3—5 г.

Перед складанням необроблені поверхні чавунних деталей водяного насоса покривають грунтівкою (ГФ-0119, ГФ-021), а торець втулки — тонким шаром олійного колоїдно-графітового мастила (60 % дизельного масла і 40 % графіту), підшипникову порожнину корпуса водяного насоса заповнюють мастилом Літол-24 і І-13 (40—50 г).

Під час складання у крилатку встановлюють упорну пружину, кільце манжети, манжету і обойму сальника, ущільнювальну шайбу і стопорне кільце. Напресовують шарикопідшипник на валик за допомогою преса і вставляють шпонку. Монтують корпус водяного насоса на пристрій, запресовують опорну втулку манжети, валик у складі і ставлять стопорні кільця. Напресовують шків, крилатку і кришку насоса, вкручують кутник і кінцевий ніпель.

Гайку кріплення маточини шківа затягують моментом не менше 120 Н·м. Зазор між лопатями крилатки і торцем корпуса водяного насоса повинен становити 1,2 мм (Д-240 не більше 1 мм). Допускається виступання до 0,4 мм.

Шків вентилятора балансують статично. Допустима незрівноваженість для двигунів типу СМД становить відповідно 500 і 200 г·мм. Випробування і обкатку водяного насоса виконують на стенді КИ-16378. Підтікання води не допускається. Випробування на герметичність проводять протягом 1 хв при тиску 0,1—0,2 МПа *без обертання і з обертанням вала насоса.*

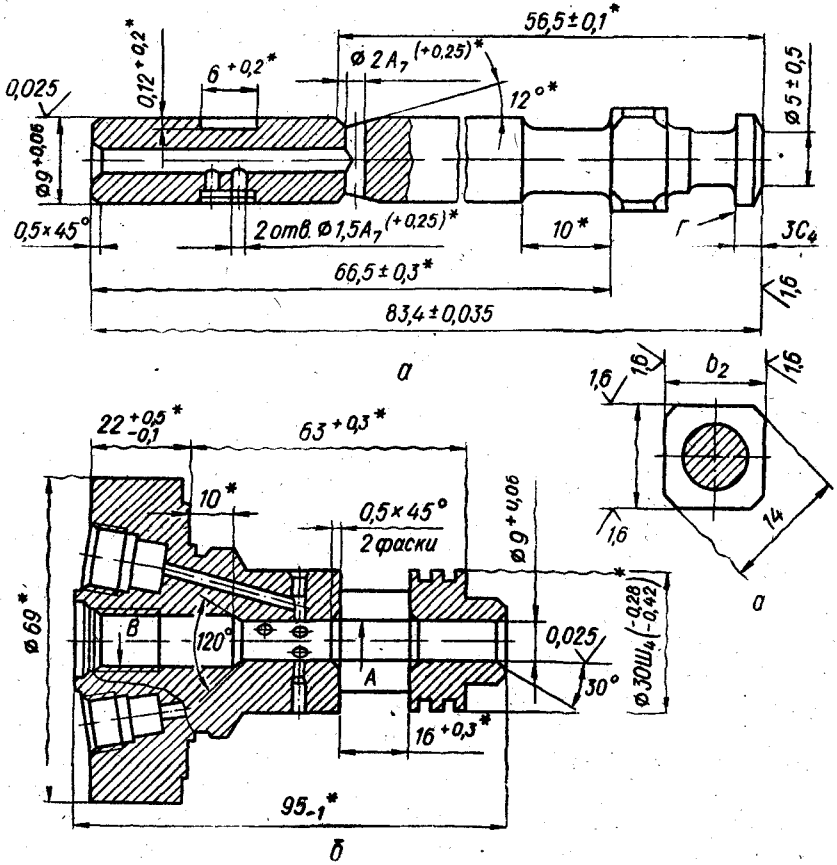
Вентилятори балансують статично. Залишковий дисбаланс вентиляторів для різних двигунів не більше 250—500 г·мм. Балансування виконують приварюванням металічних пластин на неробочий бік лопаті.

Ремонт системи живлення. Техніко-економічні показники дизелів в основному визначаються станом паливної апаратури. По-

рушення її регулювання може призвести до зниження потужності і погіршення економічності дизеля на 25—35 %. Ознаками несправності системи живлення є утруднений запуск дизеля, зниження номінальної потужності і максимального крутного моменту, нестійка робота, підвищена димність відпрацьованих газів, погіршення економічності тощо.

У випадку виявлення несправності системи живлення контролюють технічний стан її складових частин — насоса високого тиску, підкачувального насоса, форсунок, фільтрів, паливопроводів.

Плунжерні пари (рис. 6.7) можуть мати такі дефекти: втрату гідравлічної щільності внаслідок зношування бокової поверхні плунжера і отвору у втулці, а також рухливості плунжера у втул-



6.7. Плунжерна пара паливного насоса НД-22/6:
а — плунжер; б — втулка плунжера

ці внаслідок корозії, забоїн, вм'ятин; послаблення посадки повідка (для плунжерів насоса 4ТН-8,5×10). Гідравлічну щільність зношених пар контролюють на пристроях КИ-1640А, КИ-3369 та інших. Вибраковують плунжери та втулки з великими забоїнами, задирками і глибокими корозійними руйнуваннями, а також погнуті та з пошкодженим опорним бортиком.

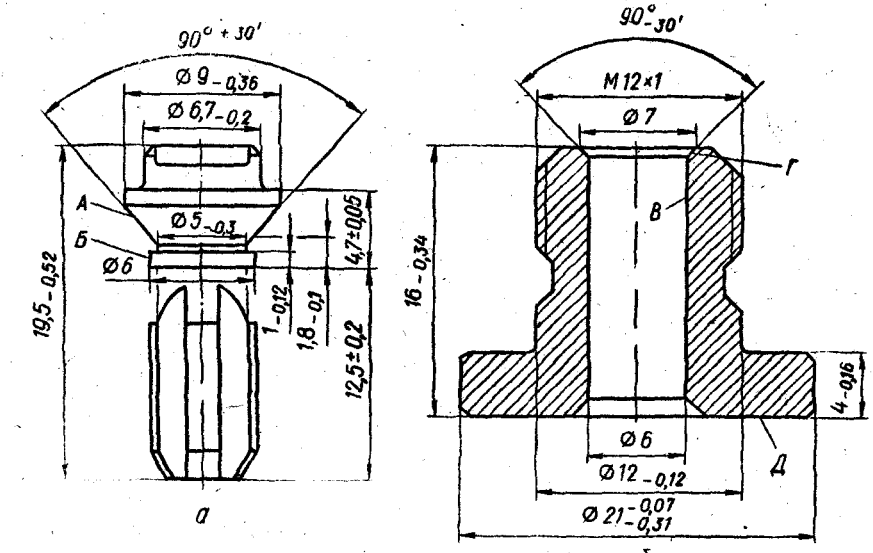
Плунжерні пари, які треба відновлювати, розкомплектовують. Приблизно 15—20 % їх можна відновити способом перекомплектування. У цьому випадку притиранням усувають сліди зносу і надають плунжерним парам правильної геометричної форми. Потім підбирають плунжер за втулкою так, щоб після одночасного їх притирання створився зазор, який забезпечить необхідну гідравлічну щільність. Плунжерні пари, які не можна відремонтувати таким способом, відновлюють хромуванням, виготовленням ремонтної деталі, пластичним деформуванням, дифузійною металізацією тощо. Після нарощування плунжерні пари шліфують на безцентрово-шліфувальних станках і доводять абразивними пастами на бабках чи плоскодоводочних станках. Овальність і конусність не повинна перевищувати 0,002 мм. Потім плунжери сортують за розмірними групами через 0,001 мм, остаточно доводять пастою 1—3 мкм і знову сортують. Втулки плунжера і дозатора обробляють на станках або притиральних бабках за допомогою розрізаного притира. Для притирання використовують 14- і 7-мікронні пасти при частоті обертання шпинделя 200—500 $хв^{-1}$ і 40—160 подвійних ходах шпинделя за хвилину.

Овальність, корсетність та бочкоподібність отвору втулки не повинні перевищувати 0,001 мм, а конусність — 0,002 мм. Втулки і дозатори сортують на розмірні групи через 0,001 мм.

При комплектуванні до плунжера підбирають втулку діаметром на 0,001 мм більшим діаметра плунжера так, щоб він з зусиллям заходив у втулку на $^2/_3$ довжини. Плунжерні пари притирають одночасно на бабці 1—3-мікронною пастою при частоті 250—1000 $хв^{-1}$ і кількості подвійних ходів 20—50 за хвилину.

Після притирання промитий і змащений дизельним паливом плунжер повинен плавно переміщуватися по всій довжині втулки під дією власної ваги.

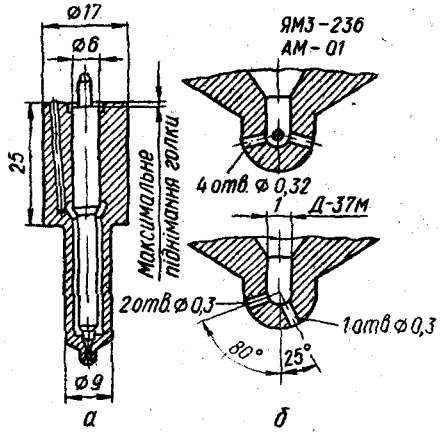
Напірні клапани (рис. 6.8) можуть мати зноси поверхні розвантажувального пояска, запірного конуса, напрямної частини клапана, отвору в сідлі клапана і втулки плунжера. Клапани з тріщинами, сколами і глибокими корозійними пошкодженнями на поверхнях вибраковують. Напірні клапани відновлюють за такою ж технологією, як і плунжерні пари. Перекомплектуванням можна також відновити 50—60 % клапанів. Клапани, які не можна скомплектувати із сідлами через недостатній діаметр циліндричного пояска, відновлюють за такою ж технологією, як і плунжери. Зношений отвір у сідлі клапана доводять чавунними притирами на



6.8. Напірний клапан насосів типу 4ТН-8,5×10:

а — клапан; б — сідло; А — запірний конус клапана; Б — розвантажувальний поясок; В — поверхня напрямного сідла клапана, до якого прилягає розвантажувальний поясок; Г — фаска, до якої прилягає запірний конус; Д — торець, до якого прилягає втулка плунжера

вертикально-доводочному станку. Ущільнювальний торець обробляють на плоско-доводочному станку. Напірні клапани сортують на розмірні групи через 0,002 мм. Овальність напрямної частини не повинна перевищувати 0,002 мм, конусність — 0,003 мм, овальність і конусність отвору сідла клапана — 0,001 мм. Клапан і сідло відповідної групи притирають одночасно і після промивання випробовують на гідравлічну щільність за запірними і розвантажувальними пасками.



Розпилювачі форсунок (рис. 69) можуть мати такі дефекти: знос запірного конуса, утворення нагару, накоксування соплових отворів.

У випадку зносу з'єднання голка — корпус розпилювача голку і корпус розкомплекто-

6.9. Розпилювач з багатьма отворами:

а — загальний вигляд; б — розміщення отворів

вують. Технологія обробки і нарощування головок розпилювачів така ж, як і плунжерів. Відновлені голки та корпуси сортують за діаметром спряжених циліндричних поверхонь, комплектують і притирають так, щоб забезпечити зазор 1 мкм. Після цього переміщення попередньо промитої в дизельному паливі голки, висунутої з корпуса розпилювача на $^1/_3$ довжини при куті нахилу 45°, повинно відбуватися під дією власної ваги. Для забезпечення герметичності розпилювача по запірному конусу кут конуса голки повинен бути більший, ніж кут конуса розпилювача на 40′—1°. Конуси мають з'єднуватись по кільцевому пояску шириною не більше 0,2 мм. Голку шліфують на призмі. Обертання їй передається прогумованим роликом. Після шліфування голку притирають, напрямну частину змащують мастилом, а конус — пастою М 10.

Запірний конус розпилювача обробляють притиром. Нагар з розпилювачів видаляють латунними щітками-скребками. Отвори прочищають стальним дротом, затиснутим у цангові патрони.

Відновлені розпилювачі випробовують на герметичність, підтікання і якість розпилювання палива на стендах КИ-333, Ки-22203М, КИ-562 та КИ-15706.

Форсунки можуть мати знос торця корпуса, який з'єднується з розпилювачем, знос або розрив різьби на корпусі та регулювальному гвинті, втрату пружності пружини.

Корпус форсунки, гака пружини і розпилювача вибраковують при наявності тріщин, зломів, зривів більше двох витків різьби. Знос торця корпуса розпилювача усувають притиранням пастою на чавунній плиті. Під час складання форсунки комплектують з розпилювачами, які відповідають марці двигуна.

Корпуси паливного насоса і регулятора можуть мати такі дефекти: знос отворів під штовхачі і напрямних пазів під осі штовхачів, отворів під рейку і валик важеля регулятора; зовнішні тріщини; зрив і знос різьби в отворах.

Корпус вибраковують при наявності пробоїн і тріщин у внутрішніх перемичках, сколів напрямних пазів. Технологія ремонту зовнішніх тріщин у корпусних деталях розглянута в розділі 4.

Зношений отвір під рейку засвердлюють і запресовують в нього виготовлену втулку з лискою з натягом 0,1—0,03 мм. Зношені отвори під валик важеля регулятора розсвердлюють і запресовують у них втулку з натягом 0,075—0,15 мм. Зношені поверхні напрямних пазів під осі штовхачів прошивають на збільшений розмір. Конусність отвору — не більше 0,02 мм, відхилення від перпендикулярності поверхні під головку — до 0,1 мм на довжині 100 мм.

Кулачковий і ексцентриковий вали можуть мати такі дефекти: спрацювання посадочного місця під підшипники і поверхні з'єднання із сальниками, профілю кулачків і ексцентрика, шпонкової ка-

навки або стінки паза з'єднання кулачкового вала і шестерні привода, посадочного конуса і різьби.

Вали з тріщинами і зломами вибраковують, кулачкові вали з прогином більше 0,05 мм правлять на призмах під пресом.

Зношені посадочні місця під підшипник і поверхні з'єднання із сальником наплавляють або осталюють, а потім шліфують під номінальний розмір. Овальність, конусність і биття шийок допускається не більше 0,02 мм. При зносі на глибину менше 0,5 мм профіль перешліфовують на еквідистантний на копірувально-шліфувальному станку до виведення слідів зносу. Кулачки з великим зносом і ексцентрики відновлюють за технологією, описаною у розділі 4 (Ремонт розподільного вала).

Випробування, обкатка і регулювання паливних насосів. При підготовці насоса до випробування попередньо виконують такі регулювання. Ставлять болт вилки так, щоб він виступав на 13 мм. Встановлюють важіль керування в положення, яке відповідає максимальній подачі. Закріплюють хомутик першої насосної секції на відстані 50 мм від зовнішньої привалкової площини, а інші хомутики — на рейці так, щоб відстань між осями становила 40 мм. Перевіряють нормальне обертання кулачкового вала, зробивши 2—3 оберти від руки, включають стенд і при частоті обертання шпинделя 400—500 $хв^{-1}$ усувають підтікання та інші несправності.

Обкатують насоси за два етапи: спочатку 15 хв при виключеній подачі при 500 $хв^{-1}$ без форсунок, потім 30 хв при 600—700 $хв^{-1}$ з форсунками при положенні важеля керування, яке відповідає максимальній подачі. Виявлені під час обкатки несправності усувають.

Регулюванням ходу рейки забезпечують потрібний діапазон зміни циклової подачі палива від повного виключення до подачі, яка відповідає максимальній потужності.

Нормальний хід рейки паливних насосів повинен становити 10,5—11 мм. Переміщення рейки вимірюють штангенциркулем від привалкової площини насоса до будь-якого хомутика рейки у двох крайніх положеннях. Хід рейки регулюють гвинтом вилки регулятора й фіксують контргайкою.

Налагодження регулятора починають з відкручування болта жорсткого упора на 3—4 оберти. Важіль керування встановлюють у положення, яке відповідає повній подачі. Потім включають стенд, встановлюють номінальну частоту обертання. Плавно збільшуючи її, контролюють частоту обертання, при якій гвинт вилки починає відходити від призми — початок роботи регулятора (початок включення подачі палива). Частота обертання на початку дії регулятора повинна на 10—20 обертів перевищувати номінальну частоту обертання. При необхідності регулювання змінюють кількість прокладок під болтом обмежувача максимальної частоти обертання. Під болтом обмежувача після регулювання повинно залишитися

від 4 до 12 прокладок. Якщо прокладками не вдається налагодити регулятор, то змінюють їх кількість під зовнішньою або внутрішньою пружиною регулятора.

Регулювання болта жорсткого упора виконують на номінальній частоті обертання вала насоса. Повільно закручують його, стежать за гвинтом вилки. Коли гвинт вилки почне відходити від призми, відкручують болт на 1 оберт і фіксують його. При підвищенні частоти обертання вала насоса на 80—100 хв$^{-1}$ рейка насоса повинна відійти в крайнє положення, яке відповідає виключеній подачі.

Регулюють продуктивність і рівномірність подачі палива поворотом плунжера в гільзі на номінальній частоті обертання. Важіль керування знаходиться в положенні «Повна подача». Продуктивність регулюють, переміщуючи хомутики на рейці.

Нерівномірність подачі палива насосними секціями визначають за формулою:

$$H = \frac{K_{max} + K_{min}}{K_{сер}} 100,$$

де H — нерівномірність подачі палива, K_{max} і K_{min} — найбільша і найменша кількість палива, яка подається секцією насоса; $K_{сер} = \frac{K_{max} + K_{min}}{2}$ — середня кількість палива, яка подається насосними секціями.

Нерівномірність подачі палива у номінальному режимі не повинна перевищувати 3 %.

Момент початку впорскування палива перевіряють і регулюють на номінальній частоті обертання при положенні важеля, яке відповідає повній подачі. Кут початку впорскування визначають за допомогою пристрою, передбаченого конструкцією даного стенда (стробоскопічним пристроєм, цифровим вимірювальним приладом тощо).

Різниця між кутами початку впорскування палива окремих секцій паливного насоса не повинна перевищувати ±0,5°. Кут початку впорскування регулюють болтом штовхача і фіксують гайкою.

Остаточне регулювання продуктивності і рівномірності подачі палива виконують так, як і попереднє. Необхідність повторного регулювання пояснюється тим, що при регулюванні кута початку впорскування змінюється продуктивність секції насоса. Рівномірність подачі палива повинна відповідати вимогам ГОСТ 10578-74.

Подача палива на пусковому режимі має бути в 2—2,5 раза більшою за номінальну. При перевірці пускової подачі встановлюють частоту обертання вала насоса 80—100 хв$^{-1}$, виймають збагачувач і при положенні важеля керування, що відповідає повній подачі, визначають продуктивність паливного насоса. Циклова подача паливних насосів типу ТН повинна становити не менше 140 мм^3/цикл.

При збільшенні частоти обертання до 650 хв$^{-1}$ (важіль керування подачею палива в середньому положенні) валик збагачувача повинен повернутися у початкове положення.

Випробування, обкатка і регулювання розподільних насосів. Обкатку виконують так. При регулюванні кута початку подачі палива вхідний штуцер насоса з'єднують шлангом високого тиску із стендовим насосом, а на вихідний встановлюють технологічну заглушку. Штуцери високого тиску з'єднують із зливними отворами стенда прозорими трубками.

Важіль керування регулятором встановлюють у положення «Максимальна подача». Включають стендовий насос, підвищують тиск в ньому до 3 МПа. Повільно прокручуючи воротком вал насоса, фіксують момент перекриття впускного вікна торцем плунжера, який визначається припиненням подачі палива в прозору трубку відповідної секції. Для всіх марок насосів НД-21 кут початку подачі першої секції повинен становити 57±1°. Регулюють його поворотом корпуса насоса відносно установочного фланця. Чергування подачі іншими секціями відносно першої повинно відбуватися з точністю ±0,5°.

Подача палива на пусковій частоті обертання 100 хв$^{-1}$ має становити 160—180 мм^3/цикл. Важіль керування регулятором під час вимірювання повинен знаходитись у положенні максимальної частоти обертання.

Якщо циклова подача не відповідає технічним умовам, то змінюють довжину тяги регулятора або повертають ексцентриковий палець (залежно від дати виготовлення паливного насоса).

Регулюють початок роботи регулятора при упорі важеля керування у гвинт обмеження максимальної частоти обертання.

Повернувши коректор так, щоб його шток не торкався важеля регулятора, встановлюють частоту обертання (відповідає початку роботи регулятора) і визначають продуктивність паливного насоса (повинна відповідати номінальній продуктивності).

Регулюють продуктивність гвинтом обмежувача максимальної частоти обертання. Якщо гвинтом це зробити не вдається, то змінюють кількість робочих витків пружини регулятора, повертаючи вушко пружини. Після цього збільшують частоту обертання кулачкового валика до повного виключення подачі палива. При незбіганні частоти обертання повного вимикання з технічними умовами проводять регулювання гвинта «Стоп». Регулюють номінальну подачу палива на номінальній частоті обертання при упорі важеля керування в гвинт обмежувача максимальної частоти обертання. При закручуванні корпуса коректора подача зменшується, при викручуванні — збільшується.

Нерівномірність подачі палива по штуцерах не повинна перевищувати 4 %. Якщо вона перевищує цей показник, то змінюють напірні клапани у складі.

Циклова подача палива на режимі максимального крутного моменту повинна збільшуватися порівняно з номінальною на 12—20 %. Регулюють збільшення подачі гвинтом коректора. Після регулювання повторно регулюють номінальну подачу палива.

Ремонт турбокомпресора. У процесі експлуатації турбокомпресора виникають такі дефекти: знос отворів підшипників під вал ротора, шийки вала під підшипники і втулки по канавках під ущільнювальні кільця; тріщини у корпусі турбокомпресора; дисбаланс ротора; згин лопатей робочих лопаток турбіни тощо.

Підшипники із зношеними внутрішніми отворами відновлюють локальним тисканням фігурними роликами.

Відновлення у складі передбачає попередні операції правки і притирання центрового отвору з боку колеса.

Зношені шийки вала відновлюють осталюванням з наступним шліфуванням або відрізають зношену ділянку на токарному станку і приварюють на машині тертя заготовку. Потім виконують відпускання, шліфування у центрах, закалку СВЧ і чистову обробку вала.

Спрацьовані канавки під ущільнювальні кільця відновлюють встановленням ремонтної втулки з наступною механічною обробкою під номінальний розмір.

Складання турбокомпресора. Перед складанням ротор балансують на стенді ДБ-10, встановивши на опорах, які коливаються тільки в одній площині, що проходить через вісь обертання ротора. Це дає змогу за допомогою датчиків визначити амплітуду коливань кожної опори. Обертається ротор від електродвигуна через пас. Сигнали датчиків через перемикач площин замірювання і підсилювач подаються на прилад, шкала якого проградуйована в одиницях дисбалансу. Кутове розміщення дисбалансу визначають стробоскопічним методом. Безінерційна лампа загорається при максимальному відхиленні опор і освітлює поділки технологічної втулки, встановленої на вал ротора. На балансувальній машині можна виконувати балансування з точністю $0{,}05 \cdot 10^{-4}$ Н·м при частоті обертання вала ротора від 15 000 до 25 000 $хв^{-1}$.

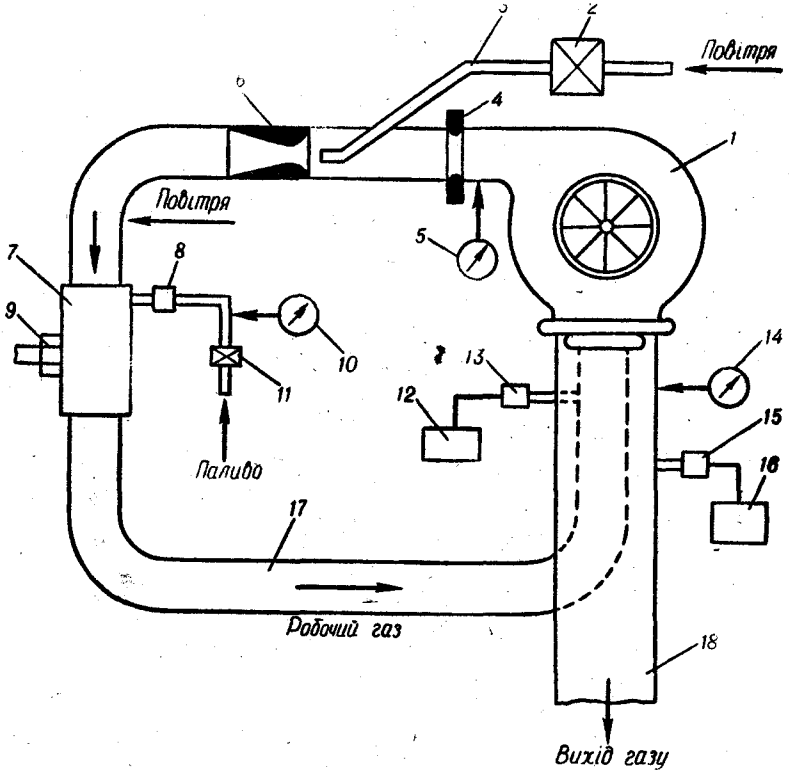
Балансування виконують за два етапи: спочатку окремо вал ротора у складі в площині колеса турбіни, а потім, після встановлення і закріплення спеціальною гайкою колеса компресора,— ротор у складі в площині колеса компресора. Дисбаланс не повинен перевищувати $0{,}2 \cdot 10^{-4}$ Н·м в обох площинах. Метал з диска і лопатей знімають у місцях, передбачених кресленням.

Деталі ротора у складі після динамічного балансування розкомплектовувати категорично забороняється. На зовнішній поверхні гайки ротора проти мітки на торці вала ротора ставлять надфілем мітку.

Після балансування ротор розбирають і встановлюють у підшипник середнього корпуса. При цьому мітки на валу ротора по-

винні збігатися з мітками на опорній втулці, масловідбивачі, колесі компресора і гайці для запобігання розбалансуванню ротора. Ротор повинен легко обертатися в підшипниках, осьовий люфт має становити 0,17—0,3 мм. Середній корпус турбокомпресора з'єднують з корпусами компресора і турбіни, ущільнюючи з'єднання прокладками. Після складання турбокомпресор обкатують і випробують на спеціальних стендах, розміщених у боксах. Для випробування турбокомпресорів ТКР-11Н-1 і ТКР-11С-1 призначені стенди КИ-13713 і КИ-13761, а для турбокомпресорів 238НБ-1118010Г — стенди КИ-8877.

Турбокомпресор за допомогою пневматичних затискачів встановлюють на раму стенда. При цьому вхідний отвір завитка турбокомпресора (рис. 6.10) з'єднують із камерою згорання. Там згоряє



6.10. Схема стенда для випробування турбокомпресора:

1 — турбокомпресор; 2 — кран; 3 — трубка підведення стиснутого повітря; 4 — дросельна шайба; 5, 10, 14 — дистанційні манометри; 6 — дифузор; 7 — камера згоряння; 8 — форсунка; 9 — свічка, 11 — кран регулювання витрати палива; 12, 16 — гальванометри; 13, 15 — термопари; 17 — труба для підведення газів до турбіни; 18 — випускна труба

паливо, яке впорскується форсункою. Повітря, необхідне для згорання палива, частково подається від турбокомпресора, частково — від магістралі стисненого повітря. Гази, які утворюються при згоранні палива, надходять на турбіну турбокомпресора. Для встановлення необхідного режиму випробувань регулюють витрату палива і кількість повітря, яке подається від зовнішнього компресора.

Підшипники турбокомпресора змащують дизельним маслом при тиску не менше 0,3 МПа і температурі 85—95 °С від системи мащення стенда.

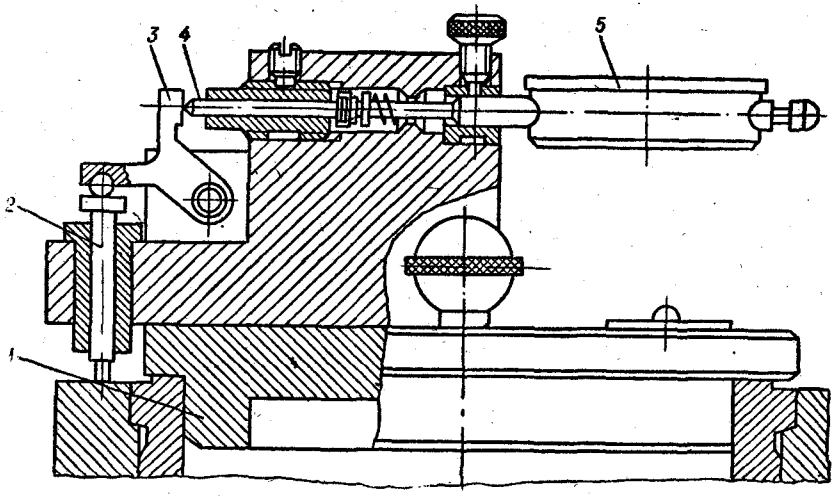
Для контролю за режимом випробувань турбокомпресора стенд укомплектований контрольно-вимірювальними приладами для контролю тиску палива і масла, повітря на виході з компресора, газів на вході та виході з турбіни, а також температури масла на вході і на виході з турбокомпресора.

Кожен відремонтований турбокомпресор проходить обкатку і контрольно-здавальні випробування на режимах, рекомендованих технічними умовами на капітальний ремонт турбокомпресора даної марки. Вибірковий контроль якості припрацювання деталей виконують частковим або повним розбиранням кожного двадцятого турбокомпресора. Після ревізії турбокомпресор проходить повторну обкатку.

Складання, обкатка і випробування двигунів. *Складання блок-картера* починають із встановлення гільз. Перед запресуванням гільз циліндрів очищають від нагару посадочні пояси і верхню площину блок-картера. Встановлюють гільзи в блок без ущільнювальних кілець і перевіряють прокручування в посадочних поясах (повинне бути вільним). Після встановлення нового ущільнювального кільця в канавку нижнього пояса під гільзу перевіряють виступання торця буртика гільзи над поверхнею блока при натисканні гільзи з зусиллям 9 кН.

Виступ бурта гільзи циліндрів перевіряють індикаторним пристроєм (рис. 6.11), який основою встановлюють на гільзу. Штифт, переміщуючись вверх, прокручує важіль, який через шток переміщує ніжку індикатора. Всі розміри гільз і поршнів повинні бути однієї розмірної групи.

Встановлення колінчастого вала. Спочатку перевіряють правильність комплектування колінчастого вала з вкладишами, які підбирають відповідно до ремонтного розміру шийок колінчастого вала. На кришках і кріпильних деталях повинні бути мітки комплектності. У вкладишах, встановлених у постіль блока, передбачений отвір для змащування, який повинен збігатися з масляним каналом у блоці. Хитання вкладишів у гніздах або зависання їх на фіксуючих виступах не допускається. Встановлюють кришки з вкладишами і затягують гайки корінних підшипників рівномірно за 2—3 заходи.



6.11. Пристрій для контролю виступу бурта гільзи над площиною циліндрів:
1 — основа; 2 — штифт; 3 — важіль; 4 — шток; 5 — індикатор

Індикаторним нутроміром вимірюють внутрішні розміри вкладишів. Якщо зазори знаходяться в допустимих межах, наносять мітки на торцях гайок і шпильок. Після знімання корінних кришок вкладиші ретельно протирають і змащують моторним маслом. Колінчастий вал кладуть у постелі блока, ставлять упорні півкільця поздовжнього переміщення вала, закріплюють кришку, в якій розміщене упорне півкільце, і перевіряють поздовжнє переміщення вала. Встановлюють і закріплюють решту корінних підшипників до збігання міток у 2—3 прийоми у послідовності: 3, 1, 5, 2, 4. Гайки або болти корінних підшипників шплінтують замковими шайбами або дротом.

Встановлення шатунно-поршневої групи. Перед встановленням у блок-картер поршнів у складі з кільцями і шатунами протирають чистою тканиною дзеркало гільз циліндрів, зовнішню поверхню поршнів і нижню головку шатуна зі встановленими вкладишами і змащують моторним маслом. Перевіряють відповідність розмірних груп поршнів і гільз циліндрів. Замки поршневих кілець, розміщених поруч, повинні знаходитися під кутом 180° один відносно одного. Поршень встановлюють у гільзу за допомогою спеціального пристрою або конусної оправки і технологічної гільзи.

Для двигунів СМД-60 і СМД-62 поршні у складі з шатунами встановлюють в циліндри блок-картера так, щоб стрілки на днищах поршней спрямовувалися до водяного насоса, а в двигуні ЯМЗ зміщення камер згорання в поршнях було направлене до осі дизеля. Днище поршня при знаходженні його у ВМТ повинне виступати (заглиблюватися) над площиною блока.

Виступання (заглиблення) поршня для дизелів СМД-60 та СМД-62 — не більше 0,5; СМД-14 — 0,15—0,50. Замірюють його індикаторним пристроєм. З'єднують шатун з шийкою колінчастого вала і затягують шатунні болти за допомогою динамометричного ключа ОРГ-8928.

Момент прокручування після затягування всіх шатунних болтів не повинен перевищувати 50 Н·м.

Встановлення масляного насоса і піддона нижньої кришки блок-картера. Перед встановленням масляного насоса перевіряють легкість обертання його шестірні. Забоїни на зубах шестерні не допускаються. Напрямні штифти масляного насоса повинні щільно входити в посадочні отвори. Площину рознімання блок-картера змащують герметиком «Эластосил 137-83». Після встановлення масляного насоса на шпильці ставлять пружинні шайби. Гайки кріплення затягують до відказу і фіксують. Вільні кінці радіальної трубки і трубки до масляного насоса захищають від забруднення. Остаточно кріплять трубки до корпуса масляного насоса після закріплення вільних кінців на блок-картері. Під болти кріплення трубок ставлять пружинні шайби. Болти затягують до відказу і фіксують. При складанні зазор між зубами шестірні привода насоса має бути в межах 0,15—0,7 мм.

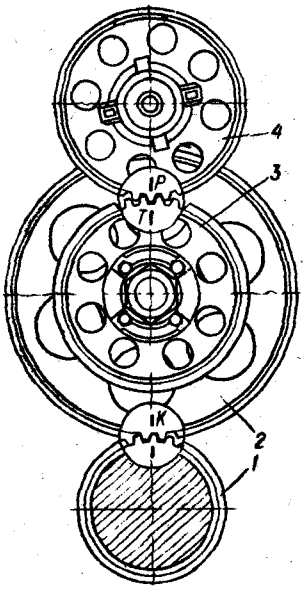
При встановленні нижньої кришки блок-картера очищають поверхні прилягання прокладки на ній і блок-картера від залишків старої прокладки, змащують поверхню рознімання блок-картера герметиком «Эластосил 137-83» і встановлюють прокладку.

Встановлення розподільного вала, картера шестерень і передньої кришки. Неплощинність прилягання картера шестерень до блок-картера і кришки шестерень до картера допускається не більше 0,15 мм на довжині 200 мм (перевіряють у стисненому стані). Оброблені поверхні картера шестерень не повинні мати забоїн, вм'ятин та інших пошкоджень. Прокладку картера шестерень змащують герметиком «Эластосил 137-83» з обох боків. Болти кріплення картера шестерень до блок-картера рівномірно затягують до відказу і стопорять, відігнувши краї замкових шайб на грані болтів.

Перед встановленням розподільний вал, штовхачі, підшипники розподільного вала і поверхні отворів для штовхачів у блок-картері продувають стисненим повітрям. Підшипники шийок розподільного вала і штовхачі змащують моторним маслом. Штовхачі повинні вільно переміщуватися без заїдань в отворах блок-картера, розподільний вал — вільно, без заїдань прокручуватися в підшипниках від зусилля руки.

Осьове переміщення розподільного вала повинне становити, мм: для СМД-14 — до 0,5; СМД-60 — 0,16—0,288.

Шестерні на розподільних валах встановлюють на шпонках. Від осьового переміщення їх утримують гайки, накручені на різь-



6.12. Схема встановлення розподільних шестерень дизелів типу ЯМЗ і СМД-60

1 — шестерня колінчастого вала; 2 — шестерня розподільного вала; 3 — проміжна шестерня; 4 — шестерня паливного насоса

бовий кінець вала. На двигунах ЯМЗ і СМД-60 шерстерні розподільного вала входять у зачеплення з шестернями колінчастого вала (рис. 6.12), на СМД-14 і Д-240 — через проміжну шестірню (рис. 6.13). Шестерні газорозподілу встановлюють за мітками, які набивають на зубах і коло западин. Боковий зазор між зубами шестерень знаходиться в межах, 0,1—0 6 мм.

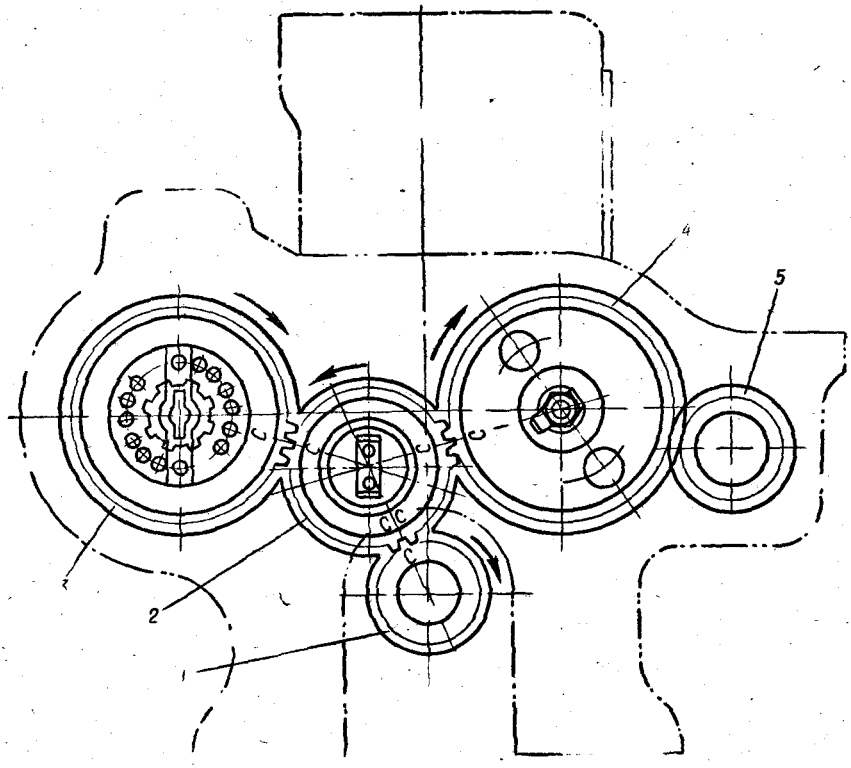
Поверхні кришки картера шестерень не повинні мати забоїн, вм'ятин та інших пошкоджень. Прокладку кришки шестерень перед встановленням змащують ущільнювальною пастою, ставлять на картер шестерень за допомогою напрямного штифта і закріплюють. Встановлюють передню опору на штифти блок-картера і прикріплюють болтами із замковими шайбами, стопорять болти, зігнувши замкові шайби на грані головок болтів.

Запресовують гумову манжетку до упору, встановлюють шпонку в паз колінчастого вала і напресовують шків колінчастого вала. Встановлений храповик затягують моментом 220—240 Н·м для двигунів СМД-60 і СМД-62; 100—120 для СМД-14 і його модифікацій. Потім встановлюють кожух маховика і маховик.

Встановлення головки циліндрів і клапанного механізму. Протирають привалкові площини блок-картера і головки циліндрів, встановлюють прокладку широким боком обкантовки на поверхню блок-картера, змастивши її з двох боків герметиком або графітовою пастою СК-2/6-13. У кожний циліндр перед встановленням головки циліндрів заливають по 30 г моторного масла. Гайки кріплення циліндрів затягують у певній послідовності за кілька заходів. За один прийом гайки затягують не більше, як на дві грані. Остаточно їх затягують динамометричним ключем ОРГ-8928.

Встановлюють штанги штовхачів, клапанний механізм у складі і закріплюють його. Коромисла повинні вільно прокручуватися на осі і не мати поперечних коливань, а бойки коромисел без перекосів прилягати до торців стержнів клапанів.

Між клапаном і коромислом при положенні поршня у ВМТ повинен бути зазор, який забезпечує посадку клапанів на сідла, компенсацію теплового розширення деталей механізму привода клапанів і їх надійну роботу.



6.13. Схема встановлення розподільних шестерень дизелів СМД-14, Д-240, Д-50 і Д-144:

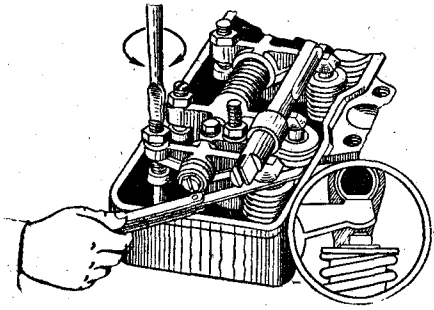
1 — шестерня колінчастого вала; 2 — проміжна шестерня; 3 — шестерня паливного насоса; 4 — шестерня розподільного вала; 5 — шестерня привода насоса гідросистеми

Для регулювання клапанів рядних двигунів включають декомпресійний механізм (типа СМД-14, Д-144, А-41). Стежачи за коромислами клапана першого циліндра, повільно обертають колінчастий вал. При цьому обидва клапана (випускний, а потім впускний) відкриються і закриються. Після закриття впускного клапана визначають ВМТ. Для дизеля СМД-14, натискуючи на установочну шпильку і обертаючи колінчастий вал, суміщують шпильку з отвором у маховику. Це відповідатиме положенню поршня у ВМТ на такті стискання.

У дизелів Д-50 і Д-240 положення поршня, близьке до ВМТ, визначають установочним болтом (щупом). Після закривання впускного клапана болт викручують із різьбового отвору заднього листа і вставляють ненарізаним кінцем у той же отвір. Потрапляння болта в отвір на маховику відповідатиме положенню поршня у

дизеля Д-50 — 17—18° до ВМТ, Д-240 — 26°. У дизеля Д-144 після закривання впускного клапана першого циліндра колінчастий вал прокручується до збігання шийки ВМТ на шківі колінчастого вала з міткою на покажчику. Встановлення поршня у ВМТ дизеля А-41 виконують так, як у Д-50. Після визначення ВМТ декомпресійний механізм встановлюють у положення «Виключено».

Перевіряють зазор між стержнем клапана і бойком коромисла і при необхідності регулюють обидва клапани першого циліндра. Для цього відпускають контргайку регулювального гвинта, встановлюють необхідної товщини щуп між ударником коромисла і головкою стержня клапана. Прокручуючи викруткою регулювальний гвинт, переміщують щуп до моменту, коли він почне трохи притискатися коромислом (рис. 6.14). Утримуючи в такому поло-



6.14. Регулювання зазорів у клапанному механізмі

женні гвинт, затягують контргайку. Потім знову перевіряють зазор. Щуп не повинен вільно входити. Після регулювання обох клапанів першого циліндра регулюють клапани в решти циліндрах у тій же послідовності. Порядок роботи рядних чотирициліндрових двигунів такий: 1—3—4—2.

Для двигунів СМД-60 рекомендується регулювати клапани в двох циліндрах у такій послідовності. Після закривання впускного клапана першого циліндра встановлюють поршень у ВМТ. Для цього, прокручуючи колінчастий вал, натискають на установочну шпильку, яка знаходиться з правого боку картера маховика, до входження її в отвір на маховику. Знімають лючок на картері маховика під паливним фільтром грубої очистки і встановлюють стрілку під болт так, щоб вона збігалася з рискою ВМТ на маховику. Опускають установочну шпильку (під дією пружини вона вийде з отвору в маховику і займе початкове положення), повертають колінчастий вал на 40—45° до збігання кінця стрілки з міткою на маховику, біля якої вибиті цифри 1 і 4. У такому положенні поршнів першого і четвертого циліндрів їх впускні і випускні клапани повністю закриті. Щупом перевіряють зазор між бойками коромисел і торцем клапанів першого і четвертого циліндрів і встановлюють необхідний зазор. Після регулювання зазорів у клапанах першого і четвертого циліндрів повертають колінчастий вал на 240° до збігання мітки на маховику з цифрами 2 і 5 із стрілками і регулюють зазор у клапанах другого і п'ятого циліндрів. Повертають колінчастий вал на 240° до збігання стрілки з міткою

на маховику, позначеною цифрами 3 і 6, регулюють зазори в клапанах третього і шостого циліндрів.

Зазори в клапанах *V*-подібного восьмициліндрового двигуна ЯМЗ-238НБ регулюють так. Прокручують колінчастий вал до збігання мітки на шківі колінчастого вала з міткою «0» на кришці картера шестерень розподільника. Поршень першого циліндра в цьому випадку знаходиться в ВМТ. Регулюють зазори в клапанах другого циліндра. Потім, прокручуючи вал на 90°, регулюють зазори в п'ятому циліндрі. Для регулювання зазорів в решти циліндрах колінчастий вал повертають кожний раз на 90° і регулюють клапани відповідно до порядку роботи. Після регулювання клапанів встановлюють кришку головки циліндрів, перевіривши правильність розміщення прокладки.

Встановлення паливного насоса і форсунок виконують після регулювання на стенді відповідно до технічних вимог. Отвори в паливному насосі і форсунках закривають захисними ковпачками. Кут випередження подачі палива при встановленні паливного насоса повинен відповідати марці дизеля. Похибка встановлення кута випередження подачі палива не повинна перевищувати 1,5° по куту повороту колінчастого вала (кут початку подачі палива визначають моментоскопом). Кут випередження подачі палива для двигунів становить 16—18°.

Привалкова поверхня фланця паливного насоса повинна бути чистою, без забоїн і вм'ятин, прокладка — без надривів і розшарувань. При монтуванні насоса на дизель СМД-60 перевіряють встановлення шестірні привода паливного насоса за мітками в зачепленні з проміжною шестірнею, ставлять текстолітову шайбу на кулачки шестірні привода, а пружину — в центральний отвір автоматичної муфти так, щоб кулачок з міткою був зверху. Повертають колінчастий вал, сумістивши проріз на текстолітовій шайбі з міткою «Т» на шестірні привода паливного насоса у вертикальному положенні. Перевіряють наявність прокладки на шпильках приставки і встановлюють насос так, щоб кулачки автоматичної муфти ввійшли в прорізи текстолітової шайби. Прикріплюють насос до приставки і приєднують паливні трубки.

Комплект форсунок за пропускною здатністю повинен мати одну групу. Гайки шпильок кріплення форсунок затягують динамометричним ключем для дизелів СМД моментом 20—25 Н·м.

На ЯМЗ і СМД-60 застосовують розпилювач з чотирма сопловими отворами діаметром 0,34 мм; на Д-144 і Д-21 — трисопловий з отворами 0,3 мм; на Д-240 — з чотирма отворами діаметром 0,29 мм.

Обкатка і випробування двигунів при поточному ремонті. Після складання двигун перевіряють на укомплектованість. Дільниця випробування і регулювання двигунів обладнана обкатувально-гальмівним стендом КИ-1363В або стендом КИ-4893, які дають

змогу виконати обкатку і випробування дизеля, не знімаючи його з трактора (через ВВП).

На стенді КИ-1363В виконують холодну і гарячу обкатку двигунів при їх роботі без навантаження і під навантаженням, а також випробування двигунів на потужність і витрату палива. Обкатують і випробують двигун після поточного або капітального ремонту, заміни поршневих кілець або інших деталей циліндропоршневої групи кривошипно-шатунного механізму.

Для проведення холодної обкатки включають електродвигун стенда і встановлюють частоту обертання колінчастого вала дизеля в межах 500—700 $хв^{-1}$. Тривалість обкатки становить 3—5 хв. Під час холодної обкатки пересвідчуються в подачі масла на регулювальні гвинти коромисел і штанги штовхачів. Після холодної обкатки масляні фільтри грубої і тонкої очистки ретельно очищають і промивають в дизельному паливі.

Обкатують дизель на холостому ходу (без навантаження) протягом 10 хв при плавному підвищенні частоти обертання колінчастого вала від мінімально стійкої до максимальної холостого ходу.

Обкатку дизеля під навантаженням виконують протягом 20 хв (по 5 хв на крутному моменті дизеля, який становить 25, 50, 70, 90±5 % номінального) при положенні важеля керування регулятором частоти обертання, яке відповідає повній подачі палива.

Значення номінального момента дизеля визначають за формулою:

$$M_н = \frac{9550 Pe_н}{n_н},$$

де $Pe_н$ і $n_н$ — номінальне значення ефективної потужності, кВт, і частота обертання колінчастого вала, $хв^{-1}$, за паспортними даними.

Температура масла і охолоджувальної рідини повинна знаходитись у межах 75—85 °С. Випробування при поточному ремонті передбачає визначення таких параметрів: максимальної і мінімальної частоти обертання холостого ходу; потужності і витрати палива при номінальній частоті обертання і положенні важеля керування регулятором частоти обертання, яке відповідає повній подачі палива.

Обкатка і прискорене випробування дизелів на спеціалізованих стендах. При підбиранні стенда для обкатки і випробувань дизеля відповідної марки керуються такими умовами: крутний момент і максимальна частота обертання дизеля не повинні перевищувати меж, допустимих технічною характеристикою стенда.

При приймально-здавальних випробуваннях використовують моторне масло М-10$Г_2$ або М-10$В_2$ і дизельне паливо. Обкатку виконують у три етапи: холодна, гаряча без навантаження (на холостому ходу), гаряча під навантаженням.

Спочатку виконують холодну обкатку методом прокручування колінчастого вала дизеля на швидкісних режимах електричною машиною обкатувально-гальмівного стенда. Під час холодної обкатки дизеля робота його систем мащення і охолодження повинна відповідати таким вимогам: тиск масла у головній масляній магістралі дизеля не повинен бути менший 0,08 МПа при мінімальній частоті обертання колінчастого вала; температура масла в піддоні дизеля (або перед масляним радіатором) не повинна перевищувати 75 °С, а температура охолоджувальної рідини на виході із системи охолодження 80 °С.

Гарячу обкатку дизелів на холостому ходу виконують так. Запускають дизель електромашиною обкатувально-гальмівного стенда або пусковим агрегатом дизеля. Під час гарячої обкатки без навантаження температуру масла в піддоні дизеля (або перед масляним радіатором) і охолоджувальної рідини на виході із системи охолодження дизеля підтримують в межах 60—95 °С.

Після гарячої обкатки перевіряють і при необхідності підтягують гайки шпильок (болти) кріплення головки (головок) циліндрів. Підтікання палива і масла не допускаються.

Гарячу обкатку під навантаженням виконують при положенні органа керування регулятором частоти обертання, яке відповідає повній подачі палива, послідовним навантаженням.

На спеціалізованих підприємствах застосовують два види прискореної обкатки двигунів: з використанням дизельного палива з присадкою АЛП-4Д і з подачею електричного постійного струму до пар тертя.

Прискорену обкатку двигуна на дизельному паливі з присадкою АЛП-4Д виконують так. Присадку розчиняють у паливному баку обкатувально-гальмівного стенда (1 % за масою) і ретельно перемішують за допомогою змішувально-дозувального пристрою КИ-11138А. При згоранні палива разом із присадкою в циліндрах двигуна утворюються тверді частинки окислів алюмінію в дрібнодисперсному вигляді розміром 2—3 мкм, які прискорюють припрацювання деталей циліндропоршневої групи і скорочують на 30—35 % тривалість технологічної обкатки двигунів. Технологічний процес обкатки двигунів з використанням присадки АЛП-4Д такий. Холодну обкатку двигуна виконують за три етапи: при частоті обертання колінчастого вала двигуна, яка становить 40±5, 60±5 і 80±5 % номінальної частоти обертання колінчастого вала двигуна. На кожному етапі при централізованій системі мащення обкатку виконують по 5 хв, а при картерній системі — по 10 хв. Обкатку без навантаження при працюючому двигуні виконують протягом 10 хв з плавним підвищенням частоти обертання колінчастого вала двигуна від мінімально стійкої до номінальної. Обкатку під навантаженням проводять протягом 35 хв при положенні рейки паливного насоса, яке відповідає повній подачі палива за

режимом:

Крутний момент, % номінального	25±2	50±2	70±2	90±2
Тривалість обкатки, хв	15	20	35	15

Прискорену обкатку з використанням електричного постійного струму виконують так. Двигун, встановлений на стенді, піддають холодній обкатці протягом 10 хв при частоті обертання колінчастого вала 500—600 $хв^{-1}$. Потім мінусову клему джерела струму під'єднують через спеціальний струмознімач пристрою КИ-11041 до колінчастого вала двигуна, а плюсову — до блока. При струмі 3—5 А і напрузі 0,8—1,2 В продовжують холодну обкатку ще протягом 25 хв при частоті обертання колінчастого вала 900—1000 $хв^{-1}$.

Гарячу обкатку двигуна на холостому ходу проводять протягом 15 хв при частоті обертання колінчастого вала 1300—1400 $хв^{-1}$, під навантаженням — протягом 20 хв (10 хв при навантаженні крутним моментом, який становить 25 % номінального, і 10 хв крутним моментом, який становить 50 % номінального). Внаслідок прискореної обкатки поверхонь, що обертаються, при проходженні постійного струму через пари тертя загальна тривалість обкатки двигуна скорочується вдвічі.

Приймально-здавальні випробування виконують протягом 30 хв з метою контролю якості ремонту (складання і регулювання) дизелів, які знаходяться на виробництві. Випробування передбачають перевірку максимальної і мінімальної стійкої частоти обертання холостого ходу; тиску масла в головній масляній магістралі при номінальній під навантаженням і мінімальній частоті обертання на холостому ходу; температури охолоджувальної рідини на виході із дизеля; температури масла в піддоні або головній масляній магістралі; потужності при номінальній частоті обертання і положенні органів керування регулятором частоти обертання, яке відповідає повній подачі палива; витрати палива при номінальній потужності і положенні органів керування регулятором частоти обертання, яке відповідає повній подачі палива. Параметри дизелів при приймально-здавальних випробуваннях в основному ті ж, що й при гарячій обкатці під навантаженням.

6.2. РЕМОНТ ТРАНСМІСІЇ І ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ

Муфта зчеплення. Картер зчеплення тракторів і автомобілів може мати обломи і тріщини; знос центрувального отвору, отворів під стартер і в опорних лапах, під втулки вилки виключення зчеплення тощо.

Тріщини картера усувають дуговим або газовим зварюванням. Зношені отвори наплавляють або розсвердлюють і в них запресовують втулки.

Зношені за висотою опорні лапи наплавляють або приварюють

до них накладки, а потім фрезерують. Ослаблену втулку вала вилки виключення випресовують, а отвір розвертають з наступним встановленням втулки ремонтного розміру і остаточно розвертають її отвір.

Ведені диски зчеплень можуть мати знос фрикційних накладок, отворів під заклепки, шліців маточини; короблення дисків; ослаблення заклепок кріплення маточини; торцеве биття фланця маточини.

Ослаблені заклепки, які з'єднують ведений диск із маточиною, видаляють. Зношені отвори під заклепки в дисках, маточинах і масловідбивачах розсвердлюють під ремонтний розмір з наступним встановленням ремонтних заклепок і їх клепанням у гарячому стані.

Зношені понад допустимі розміри шліци маточин відновлюють пластичним деформуванням.

Зношені понад допустиму товщину фрикційні накладки замінюють новими, а короблення ведених дисків усувають правленням на плиті. Фрикційні накладки кріплять порожнистими латунними, мідними і алюмінієвими заклепками або приклеюють клеями ВС-10Т і ВС-350. Мінімальне заглиблення головок заклепок у нових накладках 0,6—2 мм, а допустимі місцеві нещільності між диском і накладкою 0,1—0,4 мм та торцеве биття поверхонь накладок відносно осі шліцьової маточини 0,5—1,2 мм, непрямолінійність поверхні фрикційних накладок 0,3—0,8 мм, різниця у товщині ведених дисків з накладками не більше 0,2—0,3 мм. Після ремонту складені ведені диски статично балансують.

Основними дефектами натискного, ведучих і проміжних дисків можуть бути зноси, задирки і короблення робочих поверхонь, тріщини і зломи. У випадку зносів і задирок робочих поверхонь диски проточують і шліфують до виведення слідів зносу. Товщина диска має бути не нижче мінімального значення (наприклад для двигунів типу СМД-60 — 24 мм).

Вали зчеплень можуть мати зноси посадочних місць під підшипники кочення, ущільнення і муфту ввключення; зноси і пошкодження шліців, шпонкових, канавок і різьби.

Посадочні місця під підшипники і шліци відновлюють за технологією, наведеною у розділі 4.

Зношені за висотою кулачки відтискних важелів наплавляють порошковим дротом високої твердості, потім шліфують під номінальний розмір з шаблоном. Зношені отвори у важелях під палець або голчастий підшипник розвертають під палець збільшеного розміру. Різниця за масою відтискних важелів одного зчеплення не повинна перевищувати 10 г, а у двигунів типу СМД-60 — 15 г.

Пружини, які встановлюють на одне зчеплення, підбирають за довжиною і пружністю.

Під час складання зчеплення виконують регулювання для встановлення поверхонь кулачків відтискних важелів в одній площині і на певній відстані від поверхні тертя натискного диска відповідно до технічних вимог. Допускається взаємне відхилення упорних поверхонь кулачків до 0,4 мм. У дводискових зчеплень регулюють зазор між проміжним диском і упорними гвинтами. Муфту зчеплення складають за допомогою спеціального пристрою (рис. 6.15), а для автомобілів типу ЗИЛ і ГАЗ застосовують стенд Р-207.

Складене зчеплення балансують на стенді. Дисбаланс натискного диска з кожухом зчеплення, наприклад, у двигуна ЗМЗ-53 — не більше 0,0036 Н·м. Диск балансують свердлінням отворів у бобишках діаметром 11 мм на глибину не більше 25 мм.

Після повного складання машини регулюють зазор між відтискними важелями і підшипником відведення та вільний хід педалі зчеплення.

Коробка передач може мати такі несправності: наявність підвищеного шуму, нагрівання корпуса, валів і важелів коробки, підтікання масла, утруднене включення і виключення передачі, зниження крутного моменту в коробках з гідравлічним керуванням фрикціонами передач.

Ці несправності виникають внаслідок зносу посадочних отворів під підшипники і їх гнізда; з'явлення тріщин у перемичках між отворами, у бокових і нижніх стінках; пошкодження установочних штифтів і різьби в отворах, що призводить до порушення міжцентрової відстані і паралельності валів, співвісності у паралельності осей отворів і міжосьових відстаней; зносу зубів шестерень як за товщиною, так і за довжиною; порушення зазорів у спряженнях посадки підшипників у корпусі коробки передач і валів з підшипниками; зносу деталей синхронізаторів, привода і куліси включення передач, гідросистеми і фрикціонів коробки передач.

Розбирають коробки передач на спеціальних стендах із застосуванням знімачів і пристроїв. Основні придатні деталі не рекомендується розкомплектовувати.

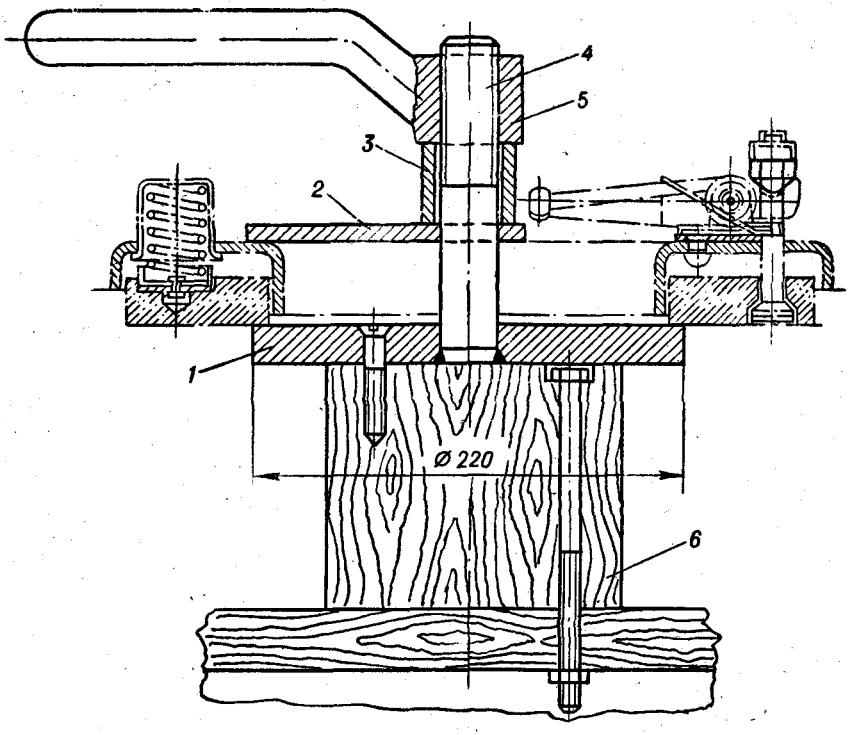
Корпуси коробок передач можуть мати: обломи і тріщини, знос посадочних місць під підшипники кочення, отворів і торцевих поверхонь бобишок під блок шестерень заднього ходу.

Знос торцевих поверхонь бобишок під блок шестерень заднього ходу усувають фрезеруванням.

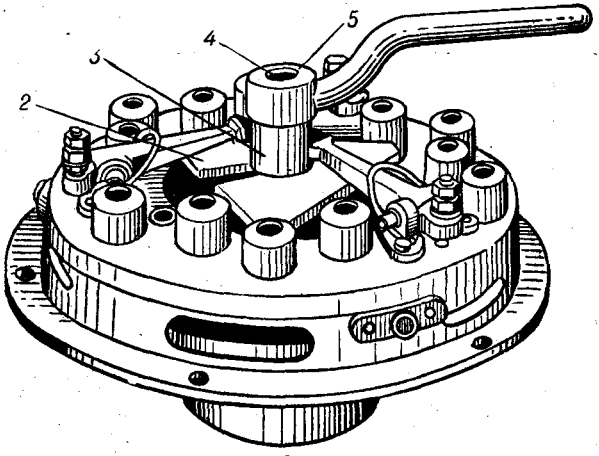
Технологія ремонту корпусних деталей, валів і осей описана у розділі 4.

Бокові поверхні щок вилок переключення передач, зігнуті понад 0,3—0,5 мм, правлять на плиті. Неперпендикулярність поверхонь, спряжених з пазом шестерні, відносно осі отвору не повинна перевищувати 0,1 мм на крайніх точках. Зношені бокові поверхні щок наплавляють.

Зігнуті валики, штоки і важелі правлять у холодному стані.



а



б

6.15. Пристрій для розбирання і складання муфти зчеплення:

а — переріз пристрою; б — загальний вигляд пристрою; 1 — плита; 2 — тригранна шайба; 3 — розпірна втулка; 4 — гвинт; 5 — гайка; 6 — дерев'яна підставка

Биття валиків допускається до 0,1 мм. Зношені поверхні наплавляють. Після запресування підшипників зазор між буртиком гнізда і торцем зовнішнього кільця підшипника має бути не більше 0,1 мм, а між буртиком вала і торцем внутрішнього кільця — 0,05 мм на дузі 90°.

Рухомі шестерні мають вільно переміщуватися по шліцах вала. Зазори у шліцьових з'єднаннях шестерень і валів 0,025—0,4 мм. Незбігання торців зубів нових шестерень у включеному положенні не більше 0,5—1,0 мм, а шестерень, які були в експлуатації — 2 мм.

Під час складання вторинних валів і муфт коробки передач трактора типу Т-150 стежать, щоб одна стрілка на задній муфті і дві стрілки на передній муфті спрямовувались за рухом трактора і розміщувались зверху, а риска на передньому торці вала була повернута вверх (рис. 6.16). Роботу муфт перевіряють повітрям під тиском 0,2 МПа, який підводять почергово до свердлінь на передньому хвостовику вторинного вала. У цьому випадку диски відповідної муфти повинні стискатися поршнем, а після знімання тиску — повертатися у початкове положення.

Чотиридискову (за кількістю ведучих дисків) гідропідтискну муфту встановлюють із боку двох стрілок, а п'ятидискову — з боку однієї стрілки. У складеній муфті сумарний зазор між дисками на чотиридисковому боці: максимальний — 5,51 мм, мінімальний — 1,38; на п'ятидисковому боці: максимальний — 6,36 мм, мінімальний — 1,53 мм.

Пластинчасті пружини дисків мають бути зміщені на кут 45° одна відносно іншої.

Бокові зазори між зубами пари циліндричних шестерень будь-якої передачі повинні становити 0,2—0,5 мм.

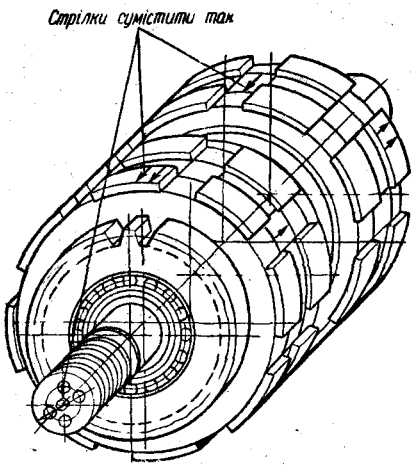
Фрезерувальний паз нижнього стакана 150.37.122 суміщують із рискою, нанесеною на корпусі коробки.

Під час встановлення розподільника на коробку передач трактора Т-150 забезпечують рівномірний зазор (0,15 мм) між твірною хвостовика вторинного вала і втулкою розподільника, який контролюють щупом.

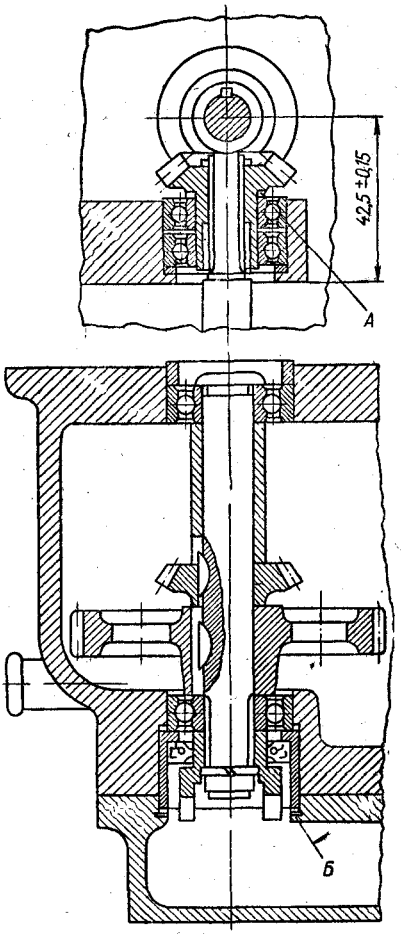
Під час встановлення привода насоса гідросистеми боковий зазор між зубами пари конічних шестерень має становити 0,2—0,4 мм. Його регулюють підбиранням прокладок А конічної шестерні і прокладок Б корпуса сальника (рис. 6.17).

Після складання коробку передач обкатують без навантаження та під навантаженням і випробують на спеціальних стендах.

Коробку передач обкатують протягом 2—3 хв на всіх передачах переднього і заднього ходів. Під час випробування її навантажують певним крутним моментом. Перевіряють справність фіксувальних і блокувальних пристроїв, легкість переключення передач, роботу клапанів і масляного насоса, відсутність підтікань



6.16. Схема складання вторинного вала і гідропідтискних муфт трактора Т-150К



6.17. Схема встановлення привода насоса гідросистеми коробки передач трактора Т-150К

масла, стуків, шуму шестерень і перегрівання деталей. Не допускається нагрівання деталей до температури 65 °С взимку і 85 °С влітку.

Карданна передача може мати биття (вібрацію) карданного вала; ослаблення кріплення вилок; з'явлення бокового і торцевого люфтів хрестовини у підшипниках; зноси у шліцьових з'єднаннях; зноси і пошкодження ущільнень і сальників підшипників та шліцьових з'єднань; порушення герметичності маслянок і запобіжних клапанів хрестовин. Ці несправності карданної передачі виникають через дефекти деталей.

Труба карданного вала може мати згин вала, знос шліців і отворів вилки, пошкодження різьби в отворах.

Зігнутий карданний вал правлять на стенді. У випадку зносу зовнішніх шліців вал ремонтують наплавленням з наступною механічною обробкою або замінюють шліцьовий наконечник новим.

Зношені отвори вилки під стакани голчастих підшипників ремонтують наплавленням або осталюванням з наступною механічною обробкою.

Пошкодження різьби в отворах вилки ремонтують заварюванням з наступним нарізанням різьби номінального розміру. Вилку карданного вала із зношеним шліцьовим хвостовиком наплавляють і обробляють під номінальний розмір.

Зношені отвори під голчасті підшипники і різьбу в отворах під болти кріплення кришок ремонтують так, як і у вилках карданного вала.

Хрестовини карданних шарнірів цементують на глибину 1,1—1,9 мм, гартують і відпускають до 58—65 *HRC*. Зношені шипи хрестовин відновлюють наплавленням з наступною механічною обробкою під номінальний розмір або пластичною деформацією чи хромуванням. Твердість наплавлених шипів має бути не менше HRC 45.

Перед розбиранням карданних валів наносять мітку для фіксації їх взаємного розміщення, щоб після складання зберегти заводське балансування і скоротити процес припрацювання деталей. Особливо уважно знімають деталі з високою точністю обробки, наприклад, голчасті підшипники вала.

Биття карданного вала трактора або автомобіля не повинне перевищувати біля вилок 0,4 мм, по довжині труби — 0,8 мм, а биття проміжного вала біля запірного торця шийки — 0,1 мм. Осьовий люфт на шипах хрестовини допускається не більше 0,24 мм.

Під час складання ковзну вилку встановлюють у шліцьову втулку проміжного вала так, щоб осі отворів під підшипники були в одній площині.

Розбирають і складають карданні вали за допомогою спеціального оснащення.

Ведучі мости тракторів і автомобілів можуть мати несправності, які викликають характерні звуки і запахи горілого масла, підвищення температури корпусних деталей, погіршення керованості агрегатом, ривки під час рушання з місця, підтікання масла у місцях ущільнення деталей і з'єднаннях корпусів агрегатів, підвищені вібрації і зменшення швидкості трактора або автомобіля.

Картери редукторів при розбиранні не повинні розкомплектовуватись з кришками підшипників диференціала, оскільки вони оброблені сумісно.

Під час розбирання диференціала права і ліва чашки не повинні розкомплектовуватись. Чашки з обломами і тріщинами вибраковують. Вм'ятини, задири і зноси торця під шайбу шестерні півосі усувають обробкою торцевої поверхні під відповідний ремонтний розмір.

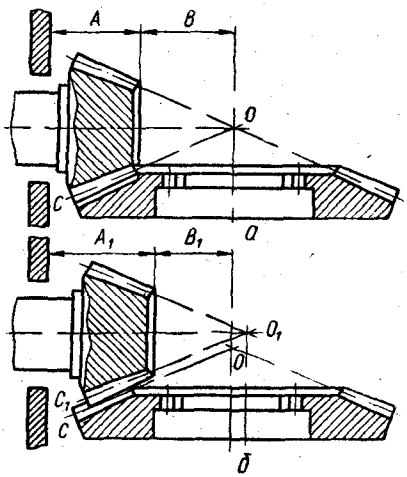
Зноси отворів під стяжні болти в чашці усувають свердлінням нових отворів у проміжках між старими. Сферичну поверхню під шайби сателітів із вм'ятинами, задирками або зносами розточують фасонним різцем під ремонтний розмір. Замість зношених

отворів під шипи хрестовини свердлять нові отвори, розміщені під кутом 45° до зношених.

Правильність зачеплення конічних шестерень головної передачі у більшості сучасних тракторів встановлюють тільки при складанні після ремонту або заміни деталей задніх мостів. Встановлення ведучої шестірні перевіряють шаблонами і пристроями.

Особливість складання задніх мостів — необхідність регулювання зачеплення конічних шестерень головної передачі, яке передбачає правильне розміщення шестерень однієї відносно іншої і отримання нормального бокового зазора між їх зубами, а також зазора у роликових конічних підшипниках.

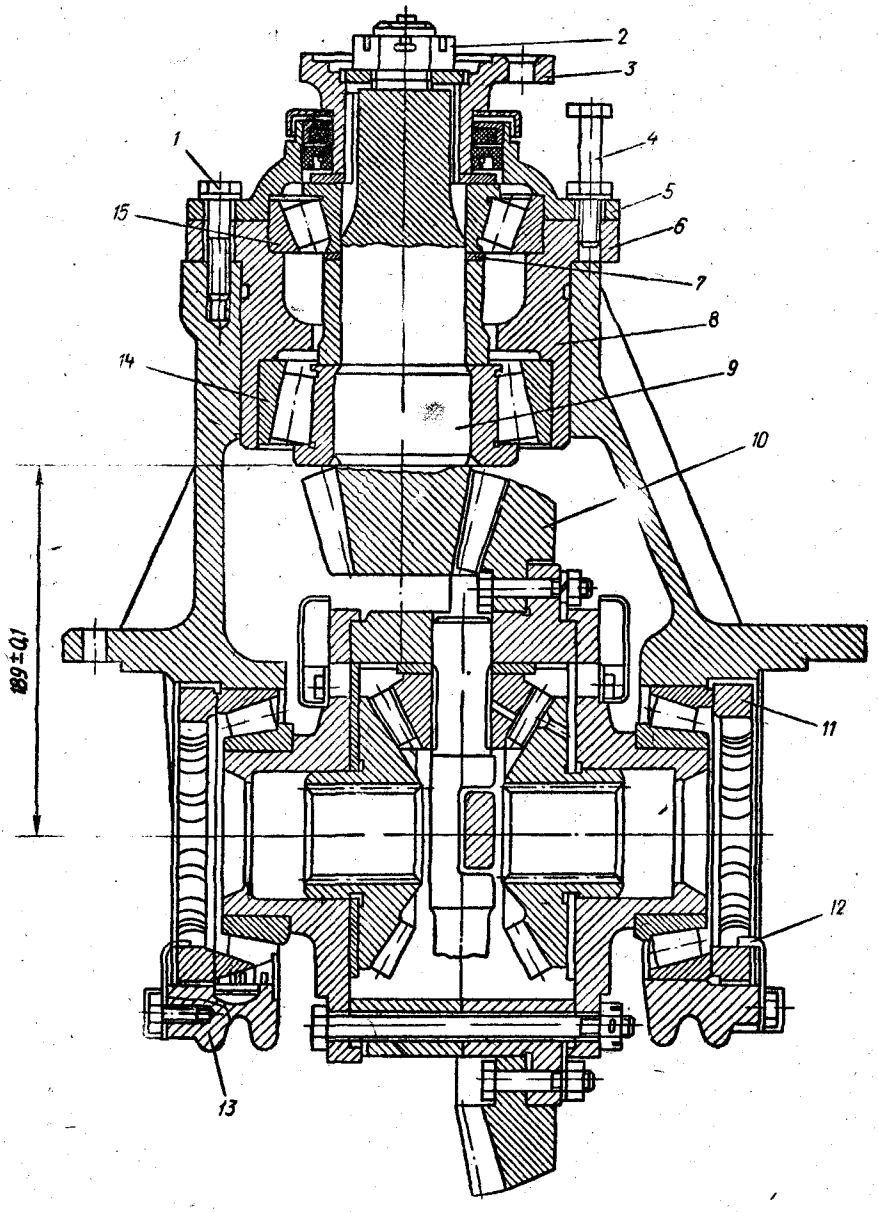
Шестерні встановлені правильно, якщо вершини їх початкових конусів збігаються в точці *О* (рис. 6.18), а твірні початкових конусів — з лінією *ОС*. Тому при складанні коробки передач шестірню вторинного вала кріплять на відстані *А* від торця шестірні до обробленої площини задньої стінки корпуса, що забезпечує *розміщення вершини початкового* конуса шестірні вторинного вала на осі веденої шестірні головної передачі.



6.18. Схема регулювання зчеплення конічних шестерень головної передачі:

а — зачеплення відрегульоване правильно; б — зачеплення відрегульоване неправильно: А і A_1 — відстань від торця ведучої шестірні до привалкової площини корпуса коробки передач; В і B_1 — відстань від торця до осі веденої шестірні

Для встановлення вершини початкового конуса шестірні вторинного вала або ведучої шестірні головної передачі на осі заднього моста використовують спеціальні пристрої. Наприклад, у тракторах типу Т-150К зазор у підшипниках веденої шестірні і в зачепленні конічних шестерень регулюють при заміні шестерень. Під час регулювання від'єднують кінець карданного вала від фланця 3 (рис. 6.19) і, видаливши болт і кріплення стакана 8, двома довгими болтами 4 випресовують стакан. Не розбираючи стакан, затягують гайку 2 до відказу і перевіряють товщину регулювальних прокладок 7, прокручуючи шестірню за фланець. Якщо шестірня прокручується із значним люфтом, зменшують товщину прокладок, а якщо надто туго, додають прокладку. За допомогою прокладок 7 встановлюють натяг у підшипниках, момент опору обертанню ведучої шестірні без сальників має становити 0,6—1, Н·м.



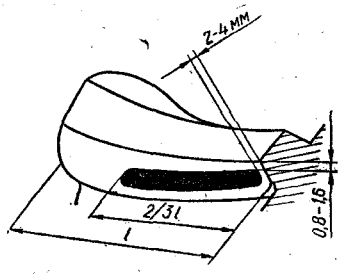
6.19. Головна передача трактора Т-15ОК:

1, 4 — болти; 2 — гайка; 3 — фланець; 5 — кришка корпуса; 6 — стакан; 7 — регулювальні прокладки; 8 — стакан підшипників; 9 — ведуча шестірня; 10 — ведена шестірня; 11 — регулювальна гайка; 12 — стопорна шайба; 13 — кришка підшипника диференціалу; 14, 15 — підшипники

Правильність встановлення ведучої шестірні визначають за розміром А=189±1 мм, який регулюють прокладками 6, що знаходиться під фланцем стакана підшипників.

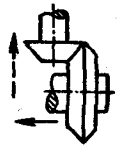
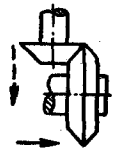
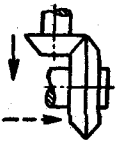
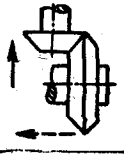
Зазор у підшипниках веденої шестірні регулюють у такій послідовності. Розшплінтовують і відпускають гайки 13 кріплення кришок 14 підшипників. Прокручуючи ведену шестірню 10, регулювальною гайкою 11 з боку торця шестірні підтискають підшипник до повного затискання шестірні, після чого відпускають гайку на 6—8 виступів. Легким постукуванням з боку зубів підтискають підшипник до регулювальної гайки 11. Шестірня має вільно обертатися від руки. Аналогічно підтискають другу регулювальну гайку і відпускають на 2—3 виступи. Перевіряють зазор, затягують до відказу гайки кришок підшипників і шплінтують їх.

Зачеплення шестерень головної передачі оцінюють за плямою контакту, зазором і рівнем шуму. Підбирання і контроль шестерень за плямою контакту здійснюють на спеціальному стенді. Правильного положення плями контакту досягають шляхом взаємного відносного переміщення шестерень уздовж осі обертання. При цьому боковий зазор між зубами шестерень має бути в межах



6.20. Правильне розміщення плями контакту на зубі шестірні

0,15—0,4 мм (ЗИЛ-130). Зазор у зачепленні перевіряють за допомогою індикаторної головки, а правильність зачеплення — за плямою контакту (рис. 6.20). Для цього на робочі поверхні кількох зубів веденої конічної шестірні наносять тонкий шар масляної фарби. Пригальмовуючи рукою ведену шестірню, повертають ведучу шестірню в обидва боки. Утворені плями контакту свідчать про характер зачеплення шестерень (рис. 6.21). Боковий зазор і пляму контакту можна виміряти пересуванням веденої і ведучої шестерень. Ведучу шестірню пересувають, збільшуючи або зменшуючи товщину прокладок між фланцем картера підшипників вала ведучої шестірні і картером редуктора. Ведену шестірню пересувають перекладанням прокладок з-під однієї кришки редуктора під другу. Загальна товщина прокладок не повинна бути постійною, оскільки порушується регулювання підшипників проміжного вала. Зазор між торцевим боком півосьових шестерень і внутрішньою поверхнею диференціала регулюють встановленням опорних шайб різної товщини. Для автомобіля ЗИЛ-130 він знаходиться в межах 0,5—0,7 мм і перевіряється щупом через кожні із чотирьох вікон чашки диференціала.

Положення плями контакту на зубах веденої шестерні		Спосіб виправлення	Напрямок переміщення шестерень: обов'язковий; у випадку необхідності
Передній хід	Задній хід		
			
		Присунути ведену шестерню до ведучої. Якщо утвориться дуже малий боковий зазор між зубами, то відсунути ведучу шестерню	
		Відсунути ведену шестерню від ведучої. Якщо утвориться дуже великий боковий зазор між зубами, то присунути ведучу шестерню	
		Присунути ведучу шестерню до веденої. Якщо боковий зазор буде занадто малий, то відсунути ведену шестерню	
		Відсунути ведучу шестерню від веденої. Якщо боковий зазор буде занадто великий, то присунути ведену шестерню	

6.21. Способи регулювання зачеплення конічних шестерень головної передачі за плямою контакту

Осьовий зазор сателітів на шийках хрестовин регулюють за допомогою шайб різної товщини, а осьовий зазор у підшипниках диференціала — гайками і перевіряють за допомогою індикаторної головки.

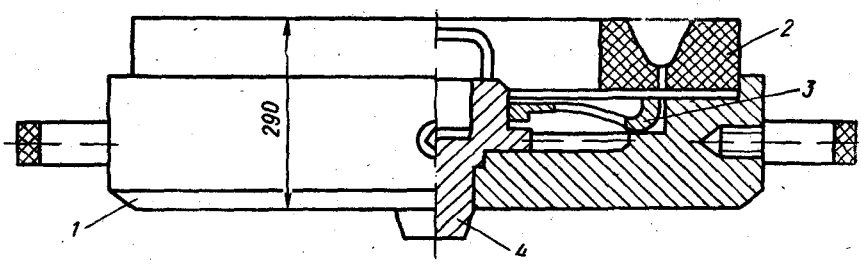
У передніх ведучих мостів тракторів і автомобілів регулюють зачеплення конічних шестерень і зазор у підшипниках головної передачі та диференціала.

Після складання ведучі мости тракторів і автомобілів обкатують і випробують на стендах без навантаження і під навантаженням. Випробують ведучі мости спочатку без навантаження при змінній частоті обертання ведучої конічної шестірні від 750 до 3000 хв$^{-1}$ (ЗИЛ-130), потім під навантаженням при тій же частоті і гальмівному моменті на кожній півосі 130 Н·м.

У процесі випробування перевіряють роботу головної передачі і диференціала. При цьому не повинно бути шуму, стуків, ривків. Нагрівання підшипників до температури понад 60—80 °С не допускається. Обертання маточин повинне бути плавним і безшумним. Якщо ці вимоги не витримуються, перевіряють правильність регулювань і усувають несправності.

Ходова частина гусеничних тракторів. Деталі ходової частини працюють в абразивному середовищі, при сухому терті і приймають значні динамічні навантаження, внаслідок чого вони інтенсивно зношуються (понад 10 мм). Тому під час ремонту вибирають такі способи, які дозволяють нанести покриття значної товщини і підвищеної стійкості проти зносу.

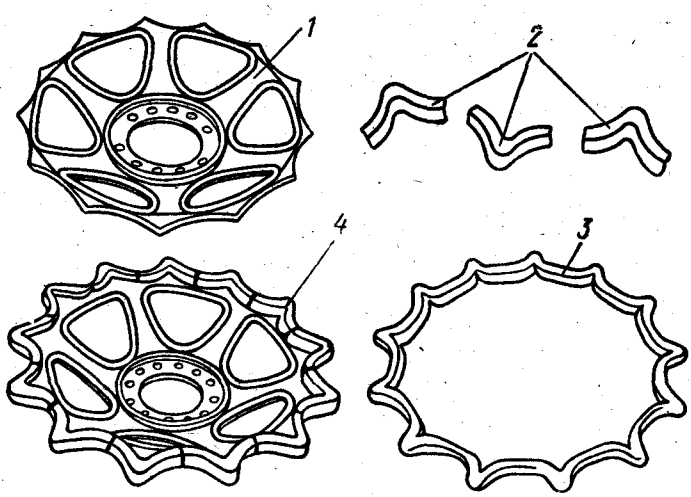
Ведучі колеса із однобічним зносом зубів переставляють з одного боку трактора на другий. Великий знос зубів призводить до порушення нормального зачеплення ведучого колеса з гусеницею. Зуби відновлюють ручним дуговим зварюванням шаблоном, заливанням рідким металом (рис. 6.22) або приварюванням нових секторів колеса (рис. 6.23).



6.22. Схема кокіля для відновлення веденого колеса заливанням рідким металом:
1 — кокіль; 2 — ливникова чаша; 3 — колесо; 4 — центрувальна вісь

Під час заливання рідким металом колесо встановлюють у кокіль 1, заливають металом через ливникову чашку 2 і центрують у кокілі за допомогою центрувальної осі 4. Для збільшення зчеплення металу, що заливається, з поверхнею деталі колесо і кокіль попередньо підігрівають.

Під час приварювання секторів зуби колеса відрізають по копіру на машині АСШ-70 для кисневого різання. Колесо з обрізаними зубами вкладають у шаблон і по копіру замість різаних зубів приварюють сектори 2 автоматичним зварюванням під шаром флю-



6.23. Схема відновлення ведучого колеса приварюванням секторів:
1 — ведуче колесо; 2 — сектори; 3 — зірочка; 4 — відновлена деталь

су АН-348А. Нові сектори виготовляють штампуванням або литтям, які відповідають формі зубів ведучого колеса.

Ланки гусениць виготовляють із високомарганцевистої сталі Г13 Л, яка має високу стійкість проти зношування у абразивному середовищі.

Основні дефекти ланок гусениці — знос отворів вушок, бігових доріжок і грунтозачепів, а також тріщини.

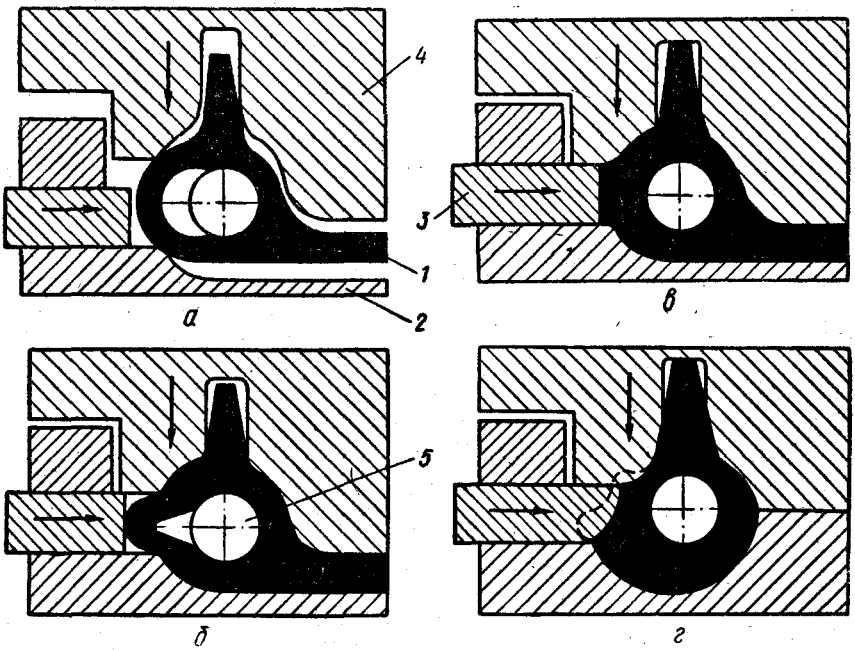
До 80 % ланок гусениць вибраковують через знос отворів і тріщини ланок. Знос отворів вушок ланок допускається до товщини стінок 3,5 мм. Їх відновлюють заливанням рідким металом або пластичним деформуванням.

Перед заливанням рідким металом торці вушок зачищають на обдирно-шліфувальному станку. У стінках з боку найбільшого зносу вугільним електродом пропалюють технологічні отвори розміром 10—12 мм. Встановлюють ланку вушком вверх і ставлять в неї технологічний палець, діаметр якого на 0,2—0,4 мм більший номінального діаметра отвору. Ущільнюють торці металевими шайбами. Через пропалений технологічний отвір у вушко заливають розплавлену сталь 45 Л, 50 Л або 55 Л. Метал заливають у холодну ланку, а тому сплавлення його з вушком не відбувається. Після охолодження розплавленого металу утворюється вкладиш, який копіює зношену частину отвору і утримується в ньому ливником як заклепкою.

Відновлення вушок ланок способом пластичного деформування виконують у спеціальних штампах. Для цього придатні ланки з товщиною передньої стінки на дузі 120° не менше 8 мм, товщиною

цівки і бігової доріжки не менше 7 мм. Спочатку ланки нагрівають у соляній електродній ванні до 350—400 °С, а потім витримують 5 хв у розплаві хлористого барію при температурі 1000—1050 °С, що дає можливість запобігти втратам і вигоранню легуючих елементів і покращує пластичність металу.

Нагріту ланку (рис. 6.24) укладають у матрицю 2, а в отвір вушка вводять технологічний палець 5. Блок основних пуансонів,



6.24. Схема формування вушок ланок гусениць пластичним деформуванням:
а, б, в, г — послідовність деформування у гарячому стані; 1 — ланка гусениці; 2, 4 — корпус матриці; 3 — прес; 4 — корпус

переміщуючись у вертикальній площині, підтискає верхню і нижню вушки до пальця і за рахунок пластичного деформування витісняє метал до передньої стінки. Додаткові пуансони 3 підтискають передню стінку до пальця і остаточно формують вушка. Тривалість деформації ланки у штампі 5—6 с. Після цього ланки гартують у холодній воді. Бігові доріжки ланок відновлюють наплавленням під шаром флюсу.

Зношені грунтозачепи наплавляють до нормальної висоти або приварюють до їх вершин дротики діаметром 5—7 мм.

Після відновлення деталі комплектують і складають вузли ходової частини гусеничних тракторів.

Напрямне колесо після складання має вільно провертатися від зусилля руки. Осьовий розбіг колеса на колінчастій осі не повинен перевищувати 0,5 мм (Т-150). Ущільнювальне кільце після втискання у ковпак має вільно виходити назад під дією пружини. Поверхні тертя кілець притирають до повного прилягання до плити (перевіряють на фарбу).

Якщо осьовий розгін у підшипниках напрямного колеса перевищує допустимий, виконують регулювання: затягують регулювальну гайку до тугого обертання колеса від зусилля руки за обід і відкручують її на $^1/_6$ оберта. Перевіряють вільне обертання колеса від руки і затягують контргайку з наступною фіксацією замковою шайбою.

Довжина пружин амортизаційного пристрою, стиснених до робочого стану, має становити 507 мм для внутрішньої і 525±3 мм для зовнішньої (Т-150).

Складають каретку на спеціальних стендах. Обкатують стенди протягом 15 хв з частотою обертання котків 151 $хв^{-1}$.

Полотна гусениць ходової частини тракторів Т-150 і ДТ-75М мають бути складені із відновлених ланок, що відповідають таким вимогам: діаметр отвору у вушці ланки не повинен перевищувати $22^{+2,0}_{+0,5}$ мм; розмір цівки у місці зачеплення із зірочкою — не менше 42 мм; товщина бігової доріжки під опорні котки — не менше 7 мм; висота заклепки вкладиша, залитого через технологічний отвір, на зовнішньому боці вушка — не перевищувати 3 мм.

Крок полотна гусениці не повинен перевищувати 1730 мм. Його перевіряють на довжині 10 ланок не менше як на трьох ділянках гусеничного полотна при розтягуючому зусиллі 10 кН.

Всі пальці ланок складеної гусениці мають бути надійно зашплінтованими.

Ходова частина і механізм керування колісних тракторів і автомобілів. До основних дефектів передніх осей відносяться: згин і скручування, знос отворів під пальці (шворні), під стопор шворня, а також опорних торцевих поверхонь бобишок і площадок кріплення ресор.

Передні осі з тріщинами вибраковують. Згин і скручування передніх осей перевіряють на стендах і спеціальних пристроях. Балки правлять у холодному стані, не порушуючи термічну обробку.

Зношені отвори під шворінь розвертають до ремонтного розміру або запресовують в них втулки. Для збереження нормальних кутів нахилу під час розвертання отворів використовують кондуктор або спеціальний пристрій.

Зношений отвір під стопор шворня розвертають до ремонтного розміру і в нього встановлюють збільшений стопор.

Зношені опорні торцеві поверхні бобишок наплавляють до номінального розміру електродуговим зварюванням.

Зношені опорні поверхні площадок кріплення ресор наплавляють, а потім шліфують абразивними кругами.

Лонжерони рам можуть мати погнутість і скрученість, пошкодження кронштейнів, ослаблення заклепкових з'єднань, тріщини.

Погнуті і скручені лонжерони правлять у холодному стані за допомогою гвинтових і гідравлічних переносних пристроїв або на стендах з гідравлічним пресом. Пошкоджені кронштейни замінюють новими.

Ослаблені заклепки замінюють новими. Зношені отвори під заклепки розвертають під їх збільшений діаметр або заварюють на мідній прокладці і обробляють під номінальний розмір.

Клепання виконують з попереднім нагріванням заклепок або без нього. Заклепки нагрівають до температури 830—900 °С. Під час холодного клепання застосовують гідравлічні клепальні установки ЗИЛ 5Н-366, ГАЗ-82-631, які дозволяють обтискати заклепки діаметром до 13 мм.

Тріщину в лонжероні або поперечині розробляють під кутом 70—90 °С, а її кінець засвердлюють свердлом діаметром 4 мм. Заварюють тріщину при постійному струмі зворотної полярності електродами УОНИ 13/55 або 03С-6 діаметром 4—6 мм. Для зміцнення зварний шов і поверхню по обидва боки від нього на відстані 3—4 мм наклепують за допомогою пневматичного молотка із сферичним бойком діаметром 4,5 мм.

Тріщини великої довжини заварюють, а на пошкоджену ділянку встановлюють прямокутну або ромбовидну накладку. Першу приварюють тільки поздовжніми швами. Якщо тріщина проходить через весь поперечний переріз поздовжньої балки, то її заварюють, а на пошкоджену ділянку на заклепках встановлюють накладку коробчастого перерізу.

Поворотні кулаки можуть мати зноси посадочних місць під підшипники і отворів під втулки шворнів та шпонкових канавок, зривання різьби, обломи і тріщини.

Зношені посадочні місця під підшипники передніх коліс відновлюють хромуванням або залізненням.

Пошкоджену різьбу під гайку перерізають на різьбу ремонтного розміру або наплавляють шар металу і нарізають різьбу нормального розміру. Деталі з обломами і тріщинами, із зношеними конусними отворами під важелі вибраковують. Знос вушка під бобишку балки переднього моста усувають фрезеруванням. Для забезпечення номінального зазора між бобишкою балки і вушком поворотного кулака під час складання встановлюють шайбу.

Зношені втулки під шворінь замінюють новими.

Поворотні кулаки вибраковують при обломах і тріщинах на цапфі, значному зносі конусних отворів під поворотні важелі, вушка, балку передньої осі і шпонкових канавок. У шворнів зно-

шуються зовнішні поверхні, спряжені із втулками. Їх відновлюють хромуванням, осталюванням або перешліфовують до ремонтного розміру. У цьому випадку отвір осі розточують і в нього запресовують втулку, а втулки поворотного кулака замінюють новими із зменшеним отвором.

Зігнуті рульові тяги правлять під пресом, а поворотні важелі — за шаблоном із попереднім нагріванням. У випадку пошкодження внутрішньої різьби наконечники рульових тяг вибраковують.

Зношені кульові пальці рульових тяг і втулки осі кочення не ремонтують, а вибраковують.

Черв'яки і ролики рульового керування з раковинами і тріщинами, обломами, ступінчастим зносом і відшарованим металом на робочих поверхнях вибраковують.

Ролики із зношеними торцевими поверхнями шліфують, а під час складання застосовують упорні шайби збільшеної товщини.

Маточини напрямних коліс виготовляють із сірого чавуну. Деталі з тріщинами і зломами замінюють новими. Зношені різьбові отвори розсвердлюють і нарізають у них різьбу збільшеного розміру. Посадочні місця під підшипники і отвори під обойму сальника відновлюють встановленням втулок.

Тріщини у дисках коліс тракторів заварюють. Зварні шви зачищають. Зігнуті диски правлять. Ослаблені заклепки зрубують, отвори розвертають і встановлюють заклепки збільшеного розміру.

Несправності підвіски автомобілів — це ослаблення кріплень вузлів і деталей, стрем'янок, ресор, погіршення роботоздатності амортизаторів, з'явлення підтікань рідини з амортизаторів, знос і корозія листів ресор.

Під час розбирання амортизатор кріплять у тисках за нижню кришку. Гайку резервуара відкручують спеціальним ключем при витягнутому до відказу штоці амортизатора. За допомогою викрутки піднімають обойму сальника разом із сальником штока на 30—40 мм і за допомогою металевого дротика із загостреним кінцем виймають сальник гайки резервуара із гнізда напрямної штока. Клапан стискання випресовують з циліндра з використанням дерев'яної оправки.

Перед складанням корпус амортизатора перевіряють на герметичність стисненим повітрям під тиском 0,3 МПа у ванні з водою. Під час складання всі деталі амортизатора змащують веретенним мастилом АУ.

Залежно від дефекту ресорні листи відновлюють або замінюють новими.

Основні дефекти ресор: зменшення стріли прогину через втрату пружності, тріщини і поломка окремих листів, знос отворів під втулки, торців вушок і листів за товщиною.

Листи, які втратили нормальну форму і пружність, відпалю-

ють і вигинають за шаблоном. Після цього їх гартують і відпускають до необхідної твердості.

У випадку зносу отворів під втулки підгинають вушки. Незначне порушення форми листів усувають наклепуванням у холодному стані ударами молотка з боку ввігнутої поверхні листа. Листи з тріщинами замінюють новими.

Перед складанням листи зачищають, промивають і змащують графітним мастилом.

Складені ресори випробують на стенді для перевірки стріли прогину або відстані, на яку вона подовжується при прогині.

Від певного навантаження стріла прогину повинна дорівнювати нулю, а після знімання навантаження — мати початкове значення у вільному стані. Наприклад, для автомобіля ЗИЛ-130: 101 мм для передньої ресори, 122 — для задньої і 70 мм — для задньої додаткової.

У кулачків шарнірів передніх ведучих мостів зношуються бігові доріжки кульок, шліци та інші поверхні.

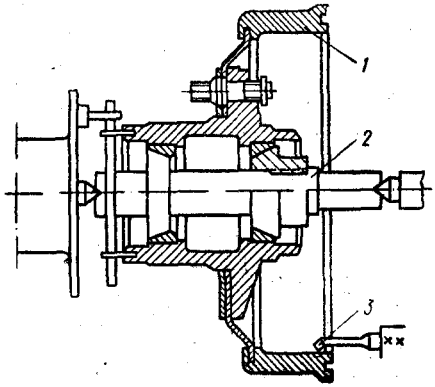
Бігові доріжки відновлюють так. Нагрівають головку кулака у печі до температури 550—600 °С і наплавляють за допомогою газового пальника або № 1 дротом сормайту № 2 діаметром 2—3 мм. Товщина наплавленого шару 2,5—3 мм. Після наплавлення головку нагрівають до температури 800—820 °С і гартують у маслі на довжині 60 мм. Потім шарнір відпускають, нагрівши його до температури 400—500 °С (*HRC* 58—65) і шліфують.

Складений шарнір має повертатися на кут 10—15 °С від прямолінійного положення після прикладання зусилля 150 Н на плечі 450 мм.

У гальмових барабанах зношується їх внутрішня поверхня, тому її проточують до ремонтного розміру за допомогою спеціального пристрою на токарному верстаті (рис. 6.25). Барабани розточують при зносі поверхні понад 0,6 мм і вибраковують при збільшенні діаметра на 4—6 мм. Барабани з тріщинами і обломами вибраковують.

Маточини передніх і задніх коліс можуть мати зноси гнізда під підшипники і різьбові отвори під шпильки заднього колеса.

Гнізда під підшипники відновлюють наплавленням або запресуванням втулки (натяг



6.25. Розточування гальмового барабана на токарному станку:
1 — барабан; 2 — оправка пристрою; 3 — різець

0,05—0,15 мм) з наступною механічною обробкою під номінальний розмір.

Зношену різьбу в отворах під шпильки кріплення фланця півосі заднього колеса перерізають на різьбу ремонтного розміру або встановлюють вкрутні.

У дисках коліс зношуються конусні отвори. Їх роззенковують і приварюють конусні шайби (втулки).

Вм'ятини і згини дисків усувають правленням у холодному стані або після нагрівання пошкодженого місця полум'ям газового пальника.

Зігнутість півосей усувають правленням, а зношені шліци відновлюють наплавленням поздовжніми швами. Після цього шліци фрезерують на станку 5350А з наступним гартуванням СВЧ при температурі 1123—1173 К і охолодженням у маслі. Відпускання виконують при температурі 848—873 К з наступним охолодженням на повітрі.

Після ремонту перевіряють схід передніх коліс за допомогою спеціального пристрою, який дорівнює: для ГАЗ-53А — 0—3 мм, для ЗИЛ-130 — 2—5 мм: для КамАЗ — 1—3 мм.

Після встановлення і регулювання рульове керування вважається справним, якщо сумарний люфт у вантажних автомобілів не перевищує 25°.

Сумарний люфт у рульовому керуванні перевіряють динамометром люфтометром. Зусилля на рукоятці динамометра для вантажних автомобілів знаходиться у межах 7,5—12,5 Н. У автомобілів з гідропідсилювачем привода рульового керування сумарний люфт перевіряють під час роботи двигуна. У випадку збільшеного люфта виявляють, який вузол його викликає, послідовно перевіряючи шарніри рульових тяг і механізму рульового керування. У регульованих шарнірах поздовжніх тяг для регулювання пробку затягують до упору, а потім відпускають до першого можливого положення для шплінтування, але не більше 1/4 оберта і шплінтують.

6.3. РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Ремонт акумуляторних батарей. До основних несправностей акумуляторних батарей відносяться: окислення і пошкодження вивідних клем батареї; тріщини корпуса банки, кришок, перегородок, мастики і її розшарування; прискорене саморозряджання; сульфатація; коротке замикання; руйнування пластин.

Прискорене саморозряджання акумуляторів виникає внаслідок замикання виводних клем електролітом, який потрапив на поверхню кришок, або бруду, у випадку замикання пластин різної полярності активною масою, що обсипається, або через руйнування сепараторів.

Саморозряджання викликають домішки металів, які є у решітках пластин і в присутності електроліту утворюють місцеві гальванічні пари.

Сульфатація пластин — це утворення крупних важкорозчинних кристалів сірчанокислого свинцю ($PbSO_4$) у вигляді білих плям на поверхні пластин і на стінках пор активної маси. Ці кристали закупорюють пори активної маси пластин, що перешкоджає проникненню електроліту в глибину пластин. У результаті не вся активна маса братиме участь у роботі, що знижує ємність акумулятора. Сульфатація пластини прискорюється при тривалому зберіганні батареї без підзаряджання, підвищеній густині електроліту, великому розряджанні, взаємодії пластин з повітрям при зниженому рівні електроліту, систематичному недозаряджанні батареї і потраплянні сторонніх домішок в електроліт.

Неглибоку сульфатацію усувають тривалим заряджанням малою силою струму, яка не перевищує 0,05 ємності батареї. Заливають в акумулятор дистильовану воду. Після заряджання батареї, коли густина електроліту досягне 1,15 г/см^3, її знову заливають дистильованою водою. Заряджання продовжують доти, поки густина електроліту не збільшуватиметься. Глибока сульфатація пластин не усувається.

Коротке замикання пластин виникає внаслідок руйнування сепараторів, випадання активної маси на дно бака і кромки сепараторів.

Короткозамкнутий акумулятор швидко розряджається, а пластини його сульфатуються.

Руйнування пластин виникає через тривале перезаряджання батареї, замерзання води в електроліті, зниження рівня електроліту нижче верхньої кромки пластин, коротке замикання батареї тощо. Воно прискорюється при підвищенні густини і температури електроліту.

Способи і засоби контролю технічного стану акумуляторних батарей ґрунтуються на властивостях електрохімічних процесів, які проходять в акумуляторах за такою схемою:

Анод	Катод	Електроліт	Напрямок процесу	Анод	Катод	Електроліт
PbO_2	Pb	H_2SO_4	розряд $\longrightarrow$	$PbSO_4$	$PbSO_4$	$2H_2O$
			заряд $\longleftarrow$			

Із схеми видно, що густина електроліту при розряджанні зменшується і може бути ознакою розрядженості акумуляторної батареї, а значить і оцінкою (параметром) її технічного стану. Разом з тим густина електроліту зв'язана з ЕРС залежністю:

$$E = 0{,}84 + \gamma B,$$

де 0,84 — постійне число; γ — густина електроліту, приведена до 15 °С, розрахунок якої визначається із відношення:

$$\gamma_{15} = \gamma_t + (t - 15) \cdot 0{,}0007 \text{ г/см}^3,$$

де γ_t — виміряна густина електроліту, г/см^3, t — температура електроліту, °С.

Густину електроліту вимірюють денсиметром. Вона коливається в межах 1,10—1,31, що відповідає коливанню ЕРС (за наведеною вище залежністю) 1,94—2,15 В.

Рекомендована густина електроліту для зарядженого акумулятора залежить від температурних умов, в яких експлуатується акумуляторна батарея. У зимових умовах густина електроліту повинна мати великі значення із вказаного вище інтервалу. Це пояснюється тим, що у цьому випадку допустима густина для розрядженого акумулятора теж буде вищою, що захистить електроліт від замерзання при низьких температурах. У той же час експлуатація батарей при підвищеній густині електроліту знижує його довговічність. Ось чому доцільно змінювати густину електроліту влітку і взимку.

ЕРС вимірюється вольтметром як напруга на вихідних клемах акумуляторів без включеного споживача електричної енергії, тобто без навантаження. Під час включення споживача напруга на вихідних клемах акумулятора, а значить і всієї батареї, падає за рахунок внутрішніх втрат, що випливає із залежності для напруги:

$$U = E - Ir,$$

де I — струм при розряджанні батареї через споживача (струм навантаження); r — внутрішній опір батареї.

Із наведеної залежності видно, що чим більший внутрішній опір акумуляторної батареї, викликаний, наприклад, сульфатацією пластин, тим буде меншою напруга на вихідних клемах акумуляторної батареї, хоч ЕРС може не змінитися, оскільки її значення залежить тільки від густини електроліту. Тому головною оцінкою технічного стану акумуляторної батареї є напруга батареї, виміряна під навантаженням. Для цієї мети застосовують прилад — навантажувальну вилку, в якій є вольтметр із додатковим опором (0,01 або 0,02 Ом), включеним паралельно до вольтметра. Цим приладом можна виміряти ЕРС (при виключеному опорі) або напругу під навантаженням для кожної секції акумулятора.

Для оцінки стану акумуляторної батареї можна скористатися такими даними: зниження густини електроліту (відносно початкової при повній зарядженості батареї) на 0,01 призводить до розряджання на 6,25 %, а напруга під навантаженням 100 А характеризує стан батареї такими даними: 1,7—1,8 В — батарея

повністю заряджена, 1,5—1,6 В — розряджена на 50 %, 1,3—1,4 В — розряджена до допустимих меж.

Під час надходження акумуляторних батарей у ремонт їх очищають від забруднень і оглядають. У випадку тріщин у кришках і баках, спучування і відшарування мастики батареї розбирають і ремонтують. Якщо цих дефектів нема, вимірюють ступінь розряджання батарей, рівень і густину електроліту. Якщо густина електроліту нижче 1,2 або розряджений хоча б один акумулятор до напруги нижче 1,4 В, батарею розбирають і ремонтують. Якщо ж напруга в батареї вище 1,4 В, її піддають контрольному заряджанню. Коли акумулятор погано приймає заряд, тобто швидко падає напруга після заряджання, або напруга однієї із секцій акумуляторів нижча 1,6 В, це вказує на сульфатацію, коротке замикання або випадання активної маси. Таку батарею розбирають і ремонтують.

Розбирають акумуляторні батареї у такій послідовності. Зливають електроліт з корпуса батареї у ванну. Трубчастою фрезою Ø 16 мм висвердлюють вихідні затискачі і міжелементні з'єднання глибиною, яка дорівнює товщині міжелементного з'єднання, і лопаткою з електропідігріванням (180—200 °С) повністю видаляють мастику. За допомогою пристрою знімають кришку, а екстрактором видаляють блоки пластин із моноблока.

Розбирають блок на півблоки, розводячи їх зусиллям руки. Дефектують сепаратори. Півблоки розбирають на окремі пластини, випилюючи придатні пластини ножівкою, або розплавляючи їх вушки полум'ям пальника. Пластинки із зруйнованою решіткою, спученою та випаденою активною масою, а також із сильно крупнозернистою сульфатацією вибраковують. Придбані півблоки і окремі пластини промивають водою.

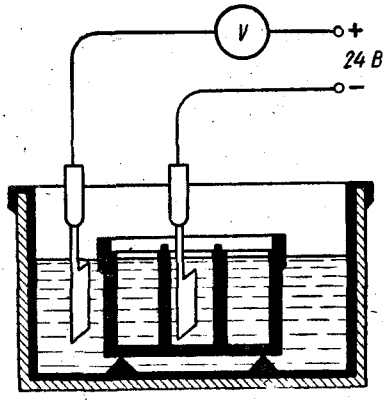
Пластини вважаються придатними, якщо їх решітки достатньо міцні, а кромки цілі; активна маса позитивних пластин має коричневий колір, а від'ємних — світло-сірий і міцно тримається у решітках, немає тріщин і відшарувань.

Ремонтують пластини з випаданням активної маси не більш як із семи чарунок решітки у різних місцях.

Придатні, але жолоблені пластини (по 5—7 шт. у стопці) опресовують на пресі із зусиллям 50 кН протягом 30 с, укладаючи між ними металеві підкладки товщиною не менше 7 мм. Після миття і сушіння пластини кладуть у шаблон і наплавляють обломані вушки свинцем із присадного дроту киснево-ацетиленовим полум'ям або електрозварюванням вугільним електродом.

Моноблоки зі здутими або покоробленими стінками і внутрішніми перегородками вибраковують.

Відновлюють моноблоки із наскрізними тріщинами у стінці або перегородці, які порушують їх герметичність. Тріщину у баці виявляють візуально, заповнивши його теплою водою або при пере-



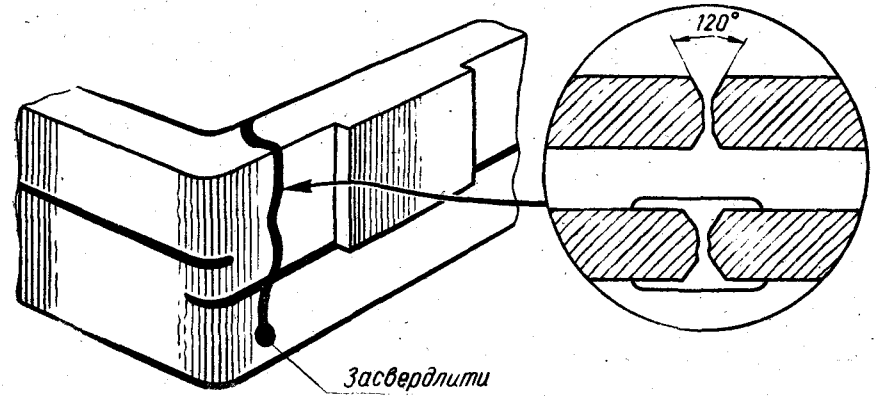
6.26. Схема перевірки бака на електропроникність

вірці бака на електропроникність (рис. 6.26).

Під час перевірки бака на електропроникність (за допомогою вольтметра) густина електроліту має бути 1,04—1,08 г/см³.

На тріщині бака знімають фаску з двох боків під кутом 90—120° на глибину 3—4 мм по всій довжині (рис. 6.27). Кінці тріщин засвердлюють свердлом ∅ 3—5 мм. Зачищають поверхню бака біля тріщини наждачною шкуркою і наносять шпателем клей на основі епоксидної смоли ЭД-6 з одного боку і просушують до повного затвердіння клею. Склад клею, вагових частин: епоксидна смола ЭД-6 — 100, пластифікатор (дибутилфталат) — 15—18, затверднник (поліетилен-поліамін) — 7—9, наповнювач (ебонітовий порошок) — у кількості, необхідній для отримання певної консистенції. Потім тріщину заробляють з протилежного боку і знову просушують, а після цього перевіряють бак на електропроникність.

Після ремонту акумуляторну батарею складають у послідовності, зворотній розбиранню, виконуючи при цьому між окремими складальними операціями допоміжні: наварювання вушок пластин за шаблоном, зварювання у півблоки в кондукторі, наварювання вивідних клем за шаблоном, заливання нової мастики (суміш 75 % нафтового бітуму і 25 % машинного масла, нагріту до 170—180 °С) у заглиблення між кришками і стінками моноблоків.



6.27. Розробка тріщини у стінці акумуляторної батареї

Зварюють газовим (свинцевим дротом) або електродуговим (вугільним електродом) зварюванням.

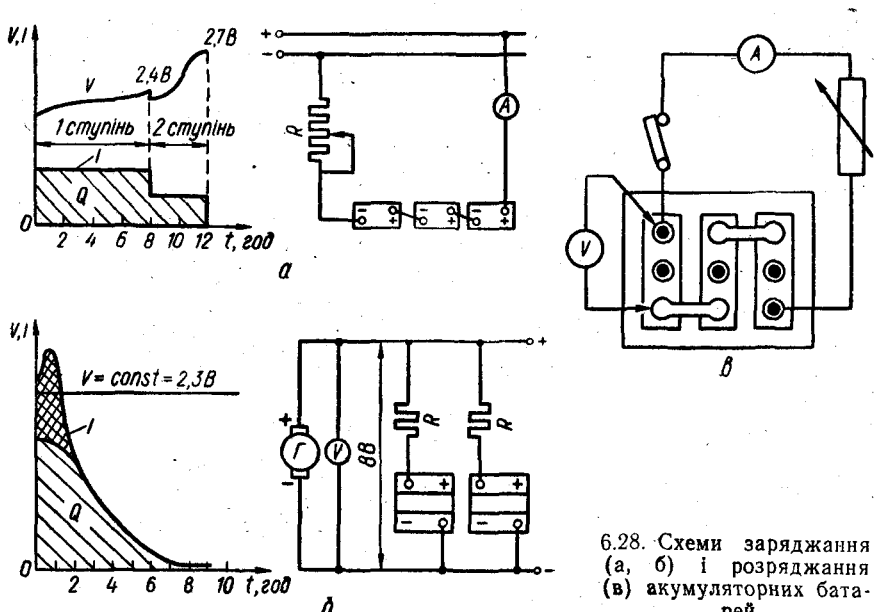
У складену акумуляторну батарею заливають електроліт густиною 1,22—1,25 до нормального рівня (10—15 мм вище запобіжного щитка), витримують 4—6 год для просочування пластин електролітом і ставлять на заряджання.

Заряджають акумуляторну батарею одним із двох способів: при постійному струмі (послідовне з'єднання акумуляторних батарей) або при постійній напрузі (паралельне з'єднання акумуляторних батарей).

У першому випадку сила зарядного струму підтримується постійною. Оскільки зарядний струм:

$$I_з = \frac{U - E}{r},$$

а ЕРС батареї у міру заряджання зростає, то для підтримання постійного зарядного струму необхідно у міру заряджання підвищувати напругу на затискачах батареї. Для цього послідовно із заряджуваною батареєю повинен бути включений реостат (рис. 6.28). Коли напруга на затискачах батареї U досягне 2,4 В на елемент (початок газовиділення), то зарядний струм знижують у 2—3 рази і закінчують заряджання при пониженому зарядному струмі. Кількість струму Q, отриману батареєю при заряджанні,



6.28. Схеми заряджання (а, б) і розряджання (в) акумуляторних батарей

зображено заштрихованою площею. При цьому способі батареї включаються послідовно. Загальна кількість послідовно включених елементів не повинна перевищувати $U_м/2,7$, де $U_м$ — напруга мережі. Всі батареї мають бути однакової ємності.

Заряджання постійною силою струму є більш універсальним способом. Він дозволяє довільно вибирати величину зарядного струму і контролювати його амперметром протягом всього часу заряджання. Недоліком цього способу є тривале заряджання і необхідність постійного контролю і регулювання зарядного струму.

Заряджання при постійній напрузі виконують тоді, коли батареї включаються паралельно між шинами, на яких підтримується постійна напруга близько 2,3 В на елементі і контролюється вольтметром.

Зарядний струм

$$I_з = \frac{U - E}{r}$$

спочатку буде великий, потім, у міру збільшення ЕРС батареї, різко падатиме. Внаслідок великого зарядного струму спочатку час заряджання скоротиться і протягом перших трьох годин батарея отримає близько 80 % всієї необхідної їй кількості струму. Заряджання автоматично закінчиться при малому струмі майже без газовиділення.

Недоліком цього способу є великий зарядний струм на початку заряджання, що перевантажує зарядний агрегат.

Для обмеження зарядного струму послідовно із батареєю, що заряджається, включають баласний опір R постійної величини. Напругу на шинах у цьому випадку підтримують близько 2,65 В на елемент. Зарядний струм викликає у баласному опорі падіння напруги $I_зR$, внаслідок чого напруга на затискачах батареї:

$$U = U_г - I_зR,$$

де $U_г$ — напруга генератора.

З формули видно, що напруга U залежить від зарядного струму $I_з$ і підвищується із зменшенням останнього. Зарядний струм зберігаючи попередній падаючий характер, змінюватиметься тепер не так різко і величина його на початку заряджання значно зменшиться. Чим менша напруга генератора $U_г$ або чим більший баласний опір, тим плавнішою буде крива зарядного струму і тим більше часу потрібно на заряджання батареї.

На заряджання батарею ставлять з електролітом, температура якого не вище 30 °С. Зарядний струм повинен відповідати технічним умовам для батареї даної марки. Як правило його вибирають рівним 0,1 номінальної ємності батареї. Під час заряджання температура електроліту не повинна перевищувати 45 °С.

Кінець заряджання визначають за сильним газовиділенням (кипінням) або за стабільністю напруги на клемах акумуляторів

за останні 2 год заряджання. Після заряджання перевіряють густину електроліту і при необхідності вирівнюють її у всіх акумуляторах до нормальної, доливаючи дистильовану воду, якщо щільність підвищена, або робочий електроліт щільністю 1,4, якщо вона нижче норми. Після цього продовжують заряджання.

Для контролю фактичної ємності акумуляторної батареї після заряджання її 10 год розряджають при струмі, рівному 0,1 ємності акумуляторної батареї, до напруги 1,7 В на одному із акумуляторів, а потім знову заряджають за цим же режимом. Ємність відремонтованої акумуляторної батареї повинна бути не менше 90 % номінальної.

Потрібно пам'ятати, що номінальна ємність акумуляторної батареї задається заводом-виготівником строго для певного режиму контрольного розряджання (у наведеному прикладі він відповідає 10-годинному розрядному режиму), оскільки із збільшенням струму акумулятор розряджається непропорційно швидше і показник виміряної ємності (добуток сили розрядного струму на час розряджання) матиме менше значення, і навпаки, із зменшенням струму — більше значення. Це пояснюється тим, що процес розряджання у найближчих до поверхонь пластин шарах проходить швидше, ніж конвекційне переміщування електроліту, яке забезпечує вирівнювання його густину і нормальних електрохімічних процесів.

Ремонт приладів системи запалювання. Характерними несправностями переривників-розподільників є зношування, обгорання і оксидація робочої частини контактів; зношення ковзних підшипників вала привода і шарикопідшипника диска і кулачків переривника; ослаблення і поломка пружин відцентрового і вакуумного регуляторів випередження запалювання, пошкодження діафрагми вакуумного регулятора; тріщини і порушення ізоляції кришки і ротора розподільника.

У випадку значного зношування або обгорання контакти переривника замінюють новими, незначного — зачищають спеціальною абразивною пластиною або дрібнозернистою скляною шкуркою. При зачищенні необхідно забезпечити паралельність робочих поверхонь контактів і щільне їх прилягання у замкнутому стані.

Зношені підшипники ковзання вала привода і шарикопідшипники диска переривника замінюють новими, а посадочні шийки вала привода відновлюють хромуванням з наступним шліфуванням під нормальний розмір.

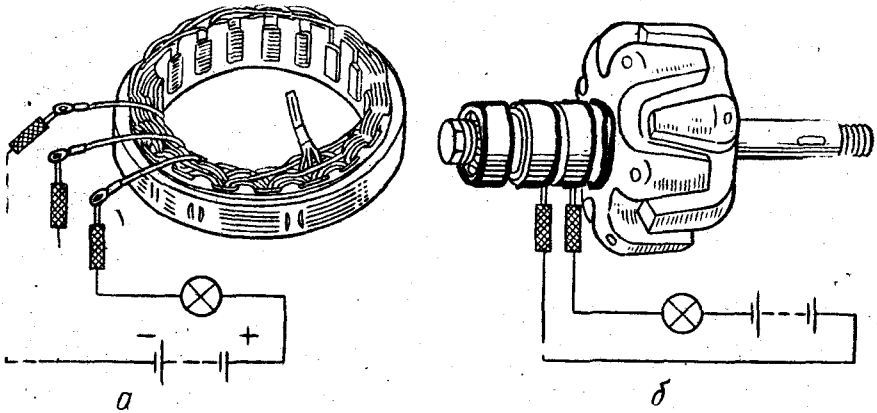
Ослаблені пружини відцентрового і вакуумного регуляторів, вакуумний регулятор із пошкодженою діафрагмою та несправні кришку і ротор замінюють новими.

Основними дефектами індукційних котушок є пробивання ізоляції і міжвиткове замикання у первинній і вторинній обмотках, обломи і тріщини в кришці, перегорання додаткового опору.

Індукційну котушку під час ремонту оглядають і перевіряють на стенді іскроутворення, встановлюють міцність ізоляції первинного ланцюга. У випадку виявлення основних дефектів індукційну котушку замінюють новою.

Свічки запалювання можуть мати тріщини на ізоляторі, нагар на юбці ізолятора і внутрішній частині корпуса, підгорання електродів і збільшення зазора між ними. Несправні свічки запалювання замінюють новими.

Зараз на автомобілях, тракторах, комбайнах встановлюють генератори змінного струму, які порівняно із генераторами постійного струму мають менші розміри і масу при однаковій потужності і більш високу надійність. Основними несправностями генераторів змінного струму є обриви обмоток ротора і статора (рис. 6.29). У випадку обриву (лампа не горить) зачищають кін-



6.29. Перевірка обмотки статора (а) і ротора (б) на обрив

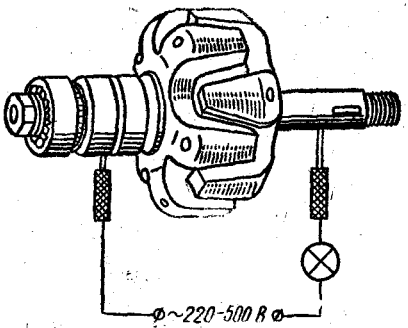
ці обірваних проводів, скручують їх, спаюють припоєм ПОС-30 і ізолюють.

Замикання на «масу» обмоток ротора і статора виявляють за схемами, зображеними на рис. 6.30, 6.31. Якщо замикання відсутні, лампа не загорається. При цих дефектах обмотки замінюють новими.

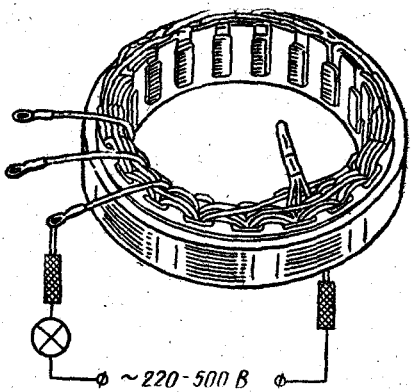
Міжвиткове замикання в обмотках виявляють вимірюванням їх опору за допомогою омметра. При його наявності котушку замінюють.

Опори фазних обмоток статора (опори між двома будь-якими виводами) мають бути рівними.

Окислення, підгорання і зношування контактних кілець ротора зачищають скляною шкуркою або проточують і шліфують їх поверхню.



6.30. Перевірка обмотки збудження на замикання з корпусом ротора



6.31. Перевірка обмотки статора на замикання з корпусом

У випадку втрати магнітних властивостей ротора його намагнічують на апараті НА-5-ВИМ. Величину намагніченості перевіряють магнітометром МД-4. Вона має бути не менше 220 мкВб.

Зношування посадочних місць під шарикопідшипники ротора усувають залізненням.

Пошкоджену зовнішню ізоляцію полюсних котушок статора замінюють новою бавовняною стрічкою з наступним просочуванням лаком і сушінням у печі.

Обрив провода між котушками і виводами котушок статора усувають зачищенням кінців обірваних проводів, їх скручуванням і паянням припоєм ПОС-40 з наступною ізоляцією.

У випадку короткого замикання між витками котушки статора її замінюють новою.

Якщо пошкоджена різьба в отворах кришки, то нарізають нову різьбу (ремонтного розміру), а якщо є тріщини і обломи кришки, то її замінюють новою.

Діоди з тріщинами і обломами, обривами і пробоями замінюють новими.

Зношені за висотою понад допустиму величину щітки замінюють.

Генератори складають у послідовності, зворотній розбиранню.

Основними несправностями реле-регуляторів є тріщини в основі і облом вушка кріплення (усувають заварюванням електродуговим зварюванням), пошкодження різьби в отворах і на гвинтах (усувають нарізанням різьби ремонтного розміру, а гвинти замінюють новими), пробивання ізоляції струмоведучих деталей, (замінюють новою, ізоляція повинна витримувати протягом 1 хв напругу 380 В змінного струму), перегорання проводів і додаткових опорів (замінюють новими і контролюють за допомогою омметра), підгорання (визначають візуально). Контакти з неве-

ликим підгорянням зачищають дрібною скляною шкуркою № 170 або плоским надфілем, потім протирають замшею, змоченою у бензині. Після зачищення поверхні контактів мають бути чистими, рівними і паралельними між собою.

Срібні контакти товщиною менше 0,7 мм замінюють новими. Для видалення контакту спилюють напилком головку, вибивають стержень із пластини якоря або тримача, вставляють новий контакт і розклепують стержень контакту спеціальним пристроєм. Вольфрамові контакти, товщина яких менше 0,5 мм, видаляють і замінюють новими.

Вольфрамовий контакт паяють за допомогою флюсу (порошкоподібної бури) і припою (мідної стрічки товщиною 0,1 мм або латунної стрічки ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМС-54). Зусилля стискання електродів вибирають у межах 200—400 Н. Режим паяння: струм 80—100 А, тривалість 4—6 с.

Обрив або перегорання проводів резисторів виявляють оглядом і шляхом вимірювання опору омметром. Пошкоджені резистори замінюють новими або перемотаними ніхромовим дротом. Пошкоджену котушку замінюють новою або перемотаною.

Зазор між контактами у регуляторі напруги і реле захисту контактно-транзисторного реле-регулятора типу РР362 регулюють підгинанням стояка контактів. Зазор у регуляторі напруги дорівнює 0,25—0,3 мм, а в реле захисту — 0,15—0,25 мм.

Зазор між якорем і осердям (0,7—0,8 мм) регулюють при замкнених контактах шляхом переміщення стояка вверх або вниз, попередньо звільнивши гвинти кріплення стояка.

Обрив виводів контролюють лампою 15—25 Вт і усувають зачищенням кінців і їх спаюванням припоєм ПОС-40.

У випадку міжвиткового замикання обмотки і пробивання на «масу» реле-регулятор замінюють.

Основні несправності безконтактних реле-регуляторів пов'язані з виходом із ладу транзисторів, діодів, стабілізаторів тощо. Вони не відновлюються, тому ремонт реле-регуляторів зводиться до визначення і заміни непридатних елементів схеми новими.

Несправності реле-регуляторів виявляють на стенді під час роботи із справним генератором змінного струму.

Основними несправностями полюсних котушок стартерів є пошкодження зовнішньої ізоляції, міжвиткове замикання, обрив вивода щітки, пошкодження перемички між котушками.

Пошкодження зовнішньої ізоляції котушок визначають візуально і перевіркою під напругою 220 В. Пошкоджену ізоляцію замінюють новою.

Міжвиткове замикання виявляють шляхом вимірювання опору котушки так, як і котушки генераторів.

Пошкоджену котушку перемотують, пошкоджені перемички полюсних котушок і обрив вивода щітки виявляють візуально або

контрольною лампою. Дефекти усувають паянням перемички і виводу щітки.

У якоря статора можуть виникнути такі дефекти: відпаювання кінців секцій від колекторних пластин, замикання пластин колектора між собою і на «масу», коротке замикання секцій.

У випадку замикання пластин колектора на «масу» якорь вибраковують.

Відпаювання кінців секцій від колекторних пластин виявляють візуально і контрольною лампою під напругою 220 В. Кінці секцій зачищають і припаюють до колекторних пластин припоєм ПОС-40.

Замикання пластин колектора між собою визначають дефектоскопом КИ-959 або МЭД. При цьому поверхню колектора шліфують скляною шкуркою і очищають тампоном, змоченим у бензині.

Коротке замикання секцій виявляють на дефектоскопі і замкнуту секцію видаляють. Для цього кінці секцій відпаюють від пластин колектора. Знімають верхній шар проводів і видаляють пазову ізоляцію, а потім нижній шар проводів. Паз якоря зачищають скляною шкуркою, кладуть електроізоляційний картон і обтискають його по пазу. У паз вкладають проводи нижніх секцій, на них — електроізоляційний картон і верхні частини секцій. Кінці секцій припаюють до колектора. Секції якоря закріплюють у пазах накладанням дротяного бандажа, під який встановлюють пресшпанову прокладку, а також карбуванням пазів якоря.

У корпуса статора може бути зминання, забоїни і заусениці на посадочних місцях під кришки; пошкодження ізоляції контактного болта, пошкодження різьби в отворах, тріщини.

Робоча поверхня полюсних башмаків може мати місцевий виробіток через торкання якоря, забоїни і заусениці, а також знос різьби в отворах під болт кріплення до корпуса.

У якоря статора може бути пошкоджене залізо, зношена шийка вала у місцях спряження з підшипниками, обгорання і зношення колектора.

Шийку вала під підшипники шліфують до виведення слідів зношування і залізнять, а поверхню колектора шліфують.

У кришці з боку колектора можливе зминання і забоїни на циліндричному пояску, спряженому з корпусом; зношування гнізда під підшипники і внутрішнього гнізда підшипника; ослаблення кріплення щіткотримачів; пошкодження ізоляції під ізольованими щіткотримачами; ослаблення пружини щіткотримачів і їх поломка.

Зношування гнізда під підшипник контролюють за допомогою індикаторного нутроміра. Допустимий натяг між отвором гнізда і зовнішньою поверхнею підшипника ковзання повинен бути не менше 0,1 мм. Отвір гнізда розвертають під ремонтний розмір так, щоб забезпечити натяг у спряженні з підшипником не менше 0,2—

0,3 мм. Внутрішній діаметр підшипника ковзання розвертають під ремонтний розмір і замінюють підшипник новим.

Ослаблене кріплення щіткотримачів усувають заміною заклепки або розклепуванням старих. Пошкоджену ізоляцію під щітки замінюють новою.

Пружини, які втратили пружність, замінюють новими. Нові щітки притирають до колектора, а зношені за висотою замінюють.

У кришці з боку привода можливі задирки і заусениці на циліндричній поверхні фланця, спряженій з корпусом; знос отвору під підшипник і підшипника; тріщини і відколювання вушок фланця кріплення стартера; знос різьб в отворах.

Технологія ремонту підшипникового вузла аналогічна технології ремонту кришки з боку колектора.

Тріщини і відколювання вушка усувають електродуговим або газовим зварюванням.

Деталі привода з обгінною муфтою можуть мати знос зубів шестірні, внутрішнього отвору підшипника втулки і гнізда під підшипник; ослаблення пружності пружини. Зношений підшипник замінюють новим.

Пружність пружини контролюють на приладі для визначення клапанних пружин КИ-040, яка має бути не менше 17,5 кг при осадженні її на 16 мм. У випадку втрати пружності пружину замінюють новою.

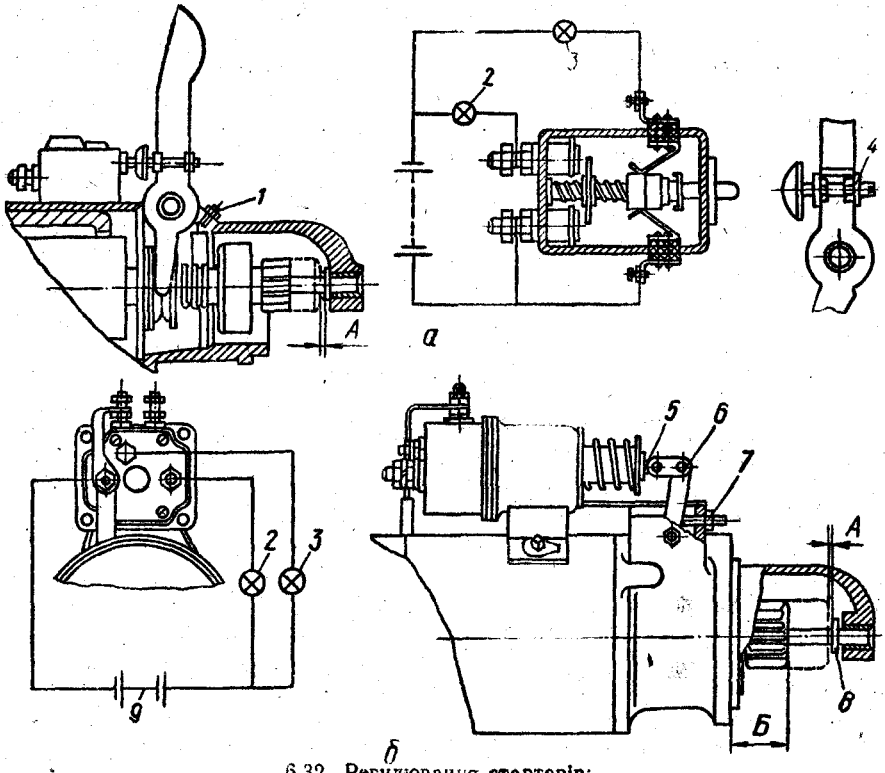
Зношування зубів шестерень контролюють штангензубоміром, і при збільшенні його понад допустиме значення шестірні бракують.

Забоїни, заусениці і зминання зубів на торцевій поверхні усувають шліфуванням торців на верстаті 332-А.

Після складання статорів регулюють механізм їх включення. Виліт шестірні статора з дистанційним електромагнітним включенням регулюють, підключаючи стартер до акумуляторної батареї. Зазор А між торцем шестірні і опорним кільцем (рис. 6.32) має знаходитися у межах, встановлених технічними умовами даної марки стартера. При необхідності його регулюють гвинтом 5. Для цього розшплінтовують гвинт 7 і виймають палець. Для зменшення зазора гвинт вкручують, а для збільшення — викручують. Після регулювання зазора встановлюють початкове положення шестірні (відстань Б відповідно до ТУ) за допомогою гвинта 6.

У статорі із безпосереднім включенням для регулювання зазора між торцем шестірні і опорною шайбою вкручують регулювальний гвинт і за допомогою шаблона (металевої лінійки) встановлюють його між упорною шайбою і торцем шестірні. Потім фіксують гвинт 1.

Після встановлення зазора регулюють момент включення основних і допоміжних контактів вмикача на одночасність за



6.32. Регулювання стартерів:

а — з безпосереднім включенням; б — з електромагнітним включенням; 1 — регулювальний гвинт; 2, 3 — лампи; 4, 5 — гвинти регулювання моменту включення стартера; 6 — гвинт; 7 — гвинт регулювання початкового положення шестірні; 8 — упорне кільце; 9 — акумуляторна батарея

допомогою контрольних ламп, включених в електричну схему стартера.

У статорі з дистанційним включенням момент замикання контактів регулюють гвинтом якоря тягового реле.

Після ремонту окремих деталей і вузлів складають генератори, реле-регулятори, стартери, переривники-розподільники і випробують їх на стендах КИ-968 або 532М. Перед випробуванням генератори обкатують на стенді протягом 5—10 хв при частоті обертання ротора 1500—2000 $хв^{-1}$ і навантаженні 10—14 А.

Генератори змінного струму випробовують у режимі холостого ходу і під навантаженням. У режимі холостого ходу вимірюють частоту обертання ротора, при якій генератор дає номінальну напругу. У режимі навантаження вимірюють частоту обертання ротора, при якій генератор дає номінальну напругу на номінальному струмі навантаження.

Статори випробують на безвідказність роботи механізму включення, частоту обертання якоря, безшумність роботи і силу струму на холостому ходу. Крім того, їх випробовують у режимі повного гальмування, визначаючи силу споживаного струму і крутний момент, який розвиває стартер.

Складені реле-регулятори регулюють і випробовують разом з генераторами.

Під час випробування на стенді КИ-968 переривників-розподільників перевіряють кут замкнутого стану контактів, чергування і безперебійність іскроутворення, характеристику відцентрового і вакуумного регуляторів випередження запалювання, натяг пружини молоточка переривника, електричну міцність ізоляції.

Перед випробуванням переривник-розподільник обкатують разом з котушкою протягом 30 хв при частоті обертання валика 2000 хв$^{-1}$.

Транзисторні комутатори випробують на стендах для виявлення прихованих дефектів напівпровідникових приладів і контролю якості складальних робіт. Обкатку на стенді здійснюють протягом 1 год 45 хв на робочих режимах. Комутатор повинен забезпечувати безперебійне іскроутворення на триелектродних голчастих розрядниках з іскровим проміжком 7 мм при частоті обертання вала переривника-розподільника до 2750 хв$^{-1}$.

Індукційну котушку і конденсатор перевіряють на безперебійність іскроутворення і якість іскри, а котушку — на силу споживаного струму.

6.4. РЕМОНТ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ

Основні несправності агрегатів гідросистем — падіння об'ємного ККД нижче встановленої технічними умовами норми, порушення регулювань, погіршення керованості, граничні зноси деталей. Головний знос деталей гідроагрегатів — абразивний та гідроабразивний. Зношування деталей і старіння гумових ущільнень агрегатів і вузлів призводять до зовнішніх і внутрішніх підтікань робочої рідини, внаслідок чого знижується об'ємний ККД.

Несправності гідросистем і їх агрегатів виявляють діагностуванням, оскільки необгрунтоване розбирання порушує герметичність з'єднань, взаємне розміщення і припрацювання спряжень і зменшує довговічність гідроагрегатів. Враховуючи складність і високу точність виготовлення деталей, вузлів і агрегатів гідравлічних систем, а також підвищені вимоги до герметичності, їх ремонтують на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Ремонт шестеренних насосів типу НШ-У. Технічний стан насосів перед ремонтом визначають випробуванням на стендах КИ-4200, КИ-4815М. Якщо під час випробування коефіцієнт подачі насоса менше 0,65, то насос ремонтують. Коефіцієнт подачі

насоса розраховують за формулою:

$$K_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{т}}},$$

де $Q_{\text{н}}$ — подача насоса при номінальних тиску і частоті обертання, л/хв; $Q_{\text{т}}$ — теоретична (розрахункова) подача насоса при номінальній частоті обертання, л/хв.

Значення $Q_{\text{т}}$ знаходять із залежності:

$$Q_{\text{т}} = 0{,}001 \cdot q_{\text{т}} \cdot n_{\text{ном}},$$

де $q_{\text{т}}$ — робочий об'єм насоса, см^3; $n_{\text{ном}}$ — номінальна частота обертання ведучого вала насоса, хв$^{-1}$.

У масляних насосах типу НШ-У зношуються стінки колодязів корпуса з боку камери всмоктування у спряженні із втулками і шестернями, опорна поверхня під втулками і поверхня під ущільнювальною манжетою. Крім того, спостерігаються тріщини, раковини на поверхні, а також зноси або зрив різьби під болти кріплення кришок і приєднувальних муфт до корпуса.

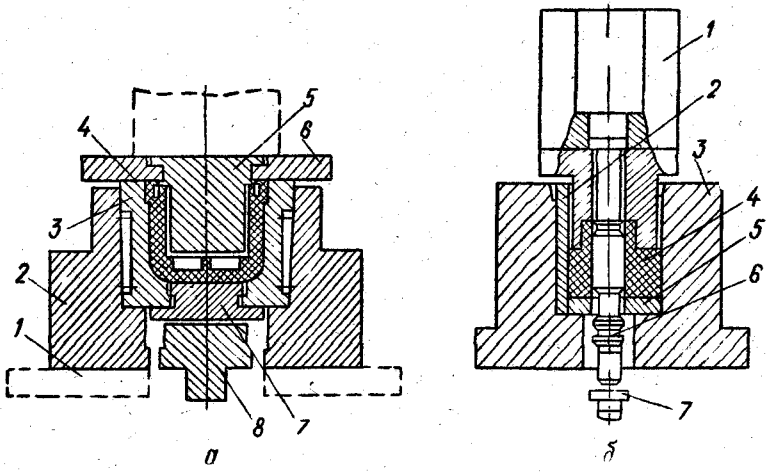
Втулки зношуються по поверхні торця, який працює у спряженні із шестірнею. Зношується також внутрішня циліндрична поверхня, мала циліндрична поверхня хвостовика втулки, велика циліндрична поверхня і мала торцева поверхня у спряженні з корпусом і ущільнювальною манжетою.

У шестерень зношуються цапфи, торцеві поверхні і головки зубів по колу. Характерними дефектами кришки насоса є знос торцевої поверхні з боку корпуса насоса, забоїни і задирки, зривання буртика у гнізді сальника, а також тріщини.

Корпуси насосів відновлюють нанесенням клейового складу на основі епоксидної смоли, встановленням перехідних вставок або обтисканням (способом пластичної деформації). За даними дослідів ГОСНИТИ, кращий спосіб відновлення корпуса — обтискання. Так, при тиску 14 МПа корпус насоса розширюється у поясі верхніх втулок і по дну: новий — на 115 і 20, тиснений — на 55 і 30 мкм.

Нагрітий до 470—490 °С корпус обтискають у спеціальній прес-формі на гідравлічному 100-тонному пресі П-474А протягом 10—12 с по зовнішньому контуру (рис. 6.33, а). Після обтискання корпус ставлять у піч і витримують 20 хв при температурі 520—535 °С, а потім гартують у воді, нагрітій до температури 50—75 °С. Загартований корпус відпускають протягом 4 год при температурі 170—180 °С. Твердість корпуса після термообробки має становити *НВ* 76—120. Колодязі корпусів після обтискання і термічної обробки розточують.

Втулки відновлюють осаджуванням, обтисканням і роздаванням з наступною механічною обробкою. Втулки із спрацьованими отворами, стиковими і торцевими поверхнями обтискають



6.33. Відновлення деталей насоса типу НШ-У обтисканням:

а — корпус; 1 — станина преса; 2 — пресформа; 3 — блок матриць; 4 — корпус насоса; 5 — пуансон; 6 — плита; 7 — кільце; 8 — виштовхувач; б — втулка; 1 — пуансон; 2 — вкладиш; 3 — матриця; 4 — втулка; 5 — шайба; 6 — інструмент; 7 — виштовхувач

(рис. 6.33, б). Втулку 4 з опорною шайбою 5 та інструментом для обробки отворів 6 встановлюють у матрицю 3 і обтискають пуансоном 1 із вкладишем 2 під пресом. Під час обтискання циліндрична частина інструменту 6 знаходиться в отворі втулки. Потім, утримуючи втулку у матриці і видаляючи інструмент 6 виштовхувачем 7, обробляють отвір. У обтиснутої втулки за допомогою спеціальної оправки та інших пристроїв обробляють зовнішню, торцеві і стикову поверхні.

Зношені зовнішні поверхні втулок можна відновлювати сумішшю на основі епоксидної смоли або гальванічним мідненням цієї поверхні з наступною механічною обробкою.

Шестерні відновлюють шліфуванням при незначних зносах у межах товщини термообробленого шару (зношені поверхні цапф, торців, зовнішню поверхню головок зубів шестерень). Цапфи шестерень відновлюють також гальванічним нарощуванням металу (хромуванням або осталюванням).

Короблення кришки, задирки і забоїни на привалковій площині усувають шліфуванням. Знос торцевої поверхні, яка прилягає до корпуса насоса, відновлюють проточуванням на токарно-гвинторізному станку різцем ВК-3 $16\times16\times150\times70°$. Якщо корпус насоса обтискають, то отвір у кришці під болти розсвердлюють під болт із зовнішньою гранню.

У разі зривання буртика у гнізді сальника, який утримує стопорне кільце, кришку відновлюють встановленням стального кільця.

Ремонт клапанно-розподільних пристроїв. Розподільні пристрої, як правило, бувають клапанно-золотникового типу. У них зношуються отвори у корпусі (під золотники), золотники, клапани, важелі і кришки.

Отвори у корпусі і золотники гідророзподільників під час виготовлення розбивають на розмірні групи, що дозволяє у випадку незначних зносів і великого ремонтного фонду відновлювати зазор у парі корпус — золотник за рахунок перекомплектування з наступним підганянням. У випадку значних зносів геометричну форму отворів під золотники відновлюють розвертанням і притиранням, а також алмазним хонінгуванням на вертикально-хонінгувальному станку ОФ-38 або ЗБ-833 алмазними брусками.

Пояски золотників із невеликими зносами відновлюють доведенням, шліфуванням до виведення спрацювання, а із значними зносами золотників і отворів корпуса — нарощуванням поясків гальванічним способом (хромуванням або осталюванням) з наступним шліфуванням.

Після відновлення корпуса гідророзподільників золотники сортують на розмірні групи.

Знос конусної ущільнювальної поверхні перепускного клапана усувають різцем на токарному станку. Кінчну частину клапана шліфують на станку СШК-3 або шліфувальним кругом (заправленим під кут 45°, при частоті обертання 20 $с^{-1}$) круглошліфувального верстата до виведення зносу.

Поршень і хвостовик клапана із значним зносом хромують або осталюють з наступним шліфуванням. Зношене гніздо перепускного клапана шліфують на плоскошліфувальному станку до утворення гострої кромки. Аналогічно відновлюють гніздо запобіжного клапана.

Сферичну поверхню важелів керування у випадку зношування хромового покриття хромують і полірують повстяним кругом.

Тріщини у верхній і нижній кришках ремонтують газовим зварюванням або заробляють клейовою сумішшю на основі епоксидної смоли. Відновлені кришки випробують під тиском 1 МПа. Підтікання і потіння не допускаються.

Пружини гідророзподільників, які втратили пружність і зносились, замінюють новими.

Технологія відновлення деталей розподільника гідророзподільника зчіпної ваги подібна технології відновлення деталей гідророзподільників, оскільки технічні умови на виготовлення, ремонт і їх експлуатацію схожі.

Ремонт розподільників гідропідсилювачів рульового керування передбачає відновлення золотникових пар способами, описаними раніше, а також заміну зношених деталей і гумових ущільнень.

Ремонт гідроциліндрів, гідроакумуляторів і гідроамортизаторів. Під час експлуатації гідроциліндрів найбільше зношуються

внутрішня поверхня корпуса, зовнішня поверхня поршня і штока, кришки, клапан і його гнізда, ущільнення.

Зношену внутрішню поверхню корпуса відновлюють розточуванням з наступним хонінгуванням під збільшений розмір поршня, який можна відновити осталюванням. Зовнішню поверхню штока обробляють на безцентрово-шліфувальному станку з наступним хромуванням і шліфуванням. Зношені отвори вилок штока обробляють зенкером, а потім розвертками. Виготовляють втулки відповідних розмірів, запресовують в отвори вилок, заварюють, а потім остаточно обробляють розверткою до нормального розміру. Пальці виготовляють нові.

Аналогічно відновлюють отвори вушок задньої кришки. Зігнуті штоки виправляють під пресом у холодному стані. Зношені отвори під шток у передній кришці відновлюють розточуванням з наступним запресуванням бронзової втулки. Потім втулку остаточно розвертають під розмір штока. При цьому зазор у спряженні повинен становити 0,02—0,10 мм.

Ущільнення замінюють новими, якщо вони зносились або втратили пружність.

Способи відновлення деталей гідроциліндрів придатні і для відновлення подібних деталей гідроакумуляторів і гідроамортизаторів.

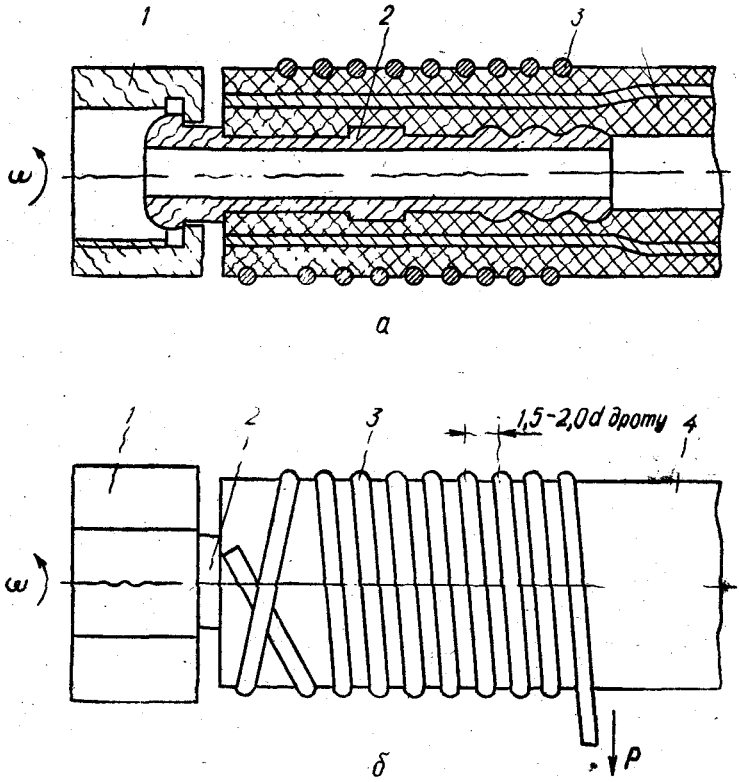
Ремонт шлангів високого тиску. У шлангах з металевими оплетеннями порушується герметичність з'єднання біля кінців шлангів або виникає їх розрив.

Для ремонту найчастіше використовують деталі безрозбірної муфти. Пошкоджену частину шлангів разом з безрозбірною муфтою обрізають ножівкою або наждачним кругом. Відрізану безрозбірну муфту розрізають фрезою на дві половинки. Ніпель із гайкою вставляють всередину справного кінця шланга і затискають його двома половинками розрізаної муфти за допомогою хомутиків.

У випадку пошкодження середини шланга або кількох місць пошкоджену частину вирізають ножівкою і вставляють відрізок справного шланга необхідної довжини. Кінці шлангів з'єднують перехідним ніпелем.

На кафедрі ремонту машин ХІМЕСГ розроблено спосіб з'єднання шланга з ніпелем обтисканням шланга до ніпеля дротом. Для цього складають ніпель і гайку 2 (рис. 6.34). Обертаючи зі швидкістю ω шланг 4 у складі із гайкою 2 і ніпелем 1, навивають дріт 3 з прикладанням зусилля P. Перший виток дроту 3 фіксують перехресним накладанням наступного у протилежному напрямку гвинтової навивки дроту. Після навивки дроту на довжині, не меншій довжини спряженої частини ніпеля, її обрізають.

Для шлангів з радіусом зовнішньої поверхні $R=12{,}5$ мм застосовують дріт із вуглецевої сталі Ст3 ГОСТ 9369—75 з межею



6.34. Схема з'єднання шланга гідросистем з ніпелем дротом:
а — схема з'єднання; б — схема розміщення витків дроту на шлангі; 1 — ніпель; 2 — гайка; 3 — дріт; 4 — шланг

текучості матеріалу дроту 195 МПа. Навивку виконують у спеціальному пристрої на токарно-гвинторізному станку із зусиллям 55 кг і кроком навивки 4 мм.

Вказаний спосіб дозволяє підвищити якість з'єднання, знизити трудомісткість і собівартість робіт.

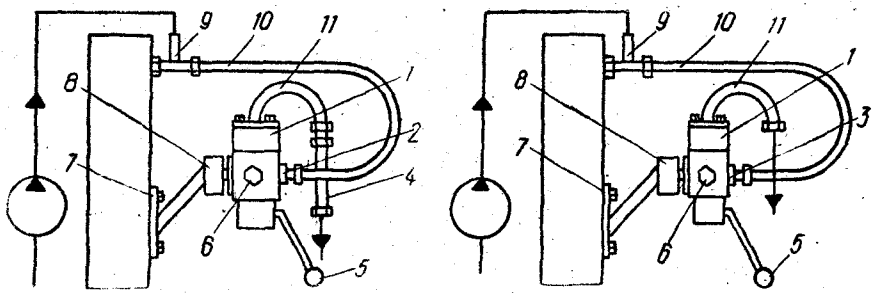
Складання, обкатка і випробування агрегатів гідросистем. Шестерні і втулки насосів типу НШ-У комплектують за розмірними групами так, щоб висота кожної пари шестерень не відрізнялась більш як на 0,005 мм. Корпус повинен мати ремонтний розмір, відповідний ремонтному розміру втулок. Встановлені у корпус втулки не повинні виступати понад 0,15 або заглиблюватись понад 0,1 мм.

Обкатують насоси на стендах КИ-4815М або КИ-4200 за режимами, передбаченими технічними вимогами на обкатку насоса даної марки. Після обкатки насос випробують на цих же стендах,

відповідно до технічних вимог визначають об'ємну подачу насоса при номінальному тиску.

Перед складанням золотники гідророзподільників комплектують із корпусом, для чого їх підбирають за розмірною групою. Якщо зазор нормальний, золотник, змащений маслом, під дією власної ваги плавно переміщується в отворі корпуса. Перепускний клапан повинен вільно переміщуватися у корпусі, без заїдань і з поворотом на 180°.

Випробують і регулюють гідророзподільники з насосом відповідної продуктивності на стендах КИ-4815М або КИ-4200. Схеми під'єднання гідророзподільника Р75 до стенда КИ-4815М зображені на рис. 6.35. Під час випробування перевіряють функціону-



6.35. Схеми під єднання розподільника Р75 під час випробування і регулювання на стенді КИ-4815М:

1 — випробуваний розподільник; 2 — штуцер М24×1,5 на М27×1,5; 3 — вкрутний штуцер; 4 — рукав зливу; 5 — важіль розподільника; 6 — заглушка М27×1,5; 7 — болт М16×30; 8 — пристрій для встановлення розподільника Р75; 9 — трійник; 10 — рукав високого тиску; 11 — патрубок для Р75

вання пристрою автоматичного повертання золотника, тиск перепуску через запобіжний клапан, герметичність корпусних деталей і підтікання у парі корпус — золотник.

Вимоги до складання гідроциліндрів: робоча поверхня штока має бути хромована, відшарування чи лущення хромового покриття не допускається; гайки стяжних шпильок (або болтів) повинні бути рівномірно затягнуті до відказу; конічні пробки — щільно закручені і забезпечувати повну герметичність; поршень — переміщуватися у циліндрі по всій довжині ходу плавно, без заїдань.

Випробують гідроциліндри на стендах КИ-4815М або КИ-4200, на яких повинні стояти справні насос і гідророзподільник тих марок, з якими гідроциліндр працює на машині. Закріплюють шток циліндра пальцем, створюють тиск 12,5 МПа і визначають витікання масла в циліндрі. Після ремонту воно не повинно перевищувати 0,5 см³ за 3 хв. Максимальний тиск масла, необхідний для переміщення поршня без навантаження циліндра, не повинен перевищувати 0,5 МПа. Висування штока основного циліндра повинно

відбуватися не більш як за 2,5 с, повернення у початкове положення до автоматичної зупинки — 1—2,5 с.

Герметичність циліндра перевіряють під тиском масла 15 МПа, затримуючи рукоятку гідророзподільника у кожному робочому положенні протягом 30 с. Просочування масла не допускається.

Шланги високого тиску випробують на герметичність при тиску 20 МПа протягом 5 хв.

6.5. РЕМОНТ НАЧІПНОГО МЕХАНІЗМУ

Начіпний механізм призначений для з'єднання з трактором начіпних і напівначіпних сільськогосподарських машин і знарядь. Він являє собою важільно-шарнірний чотириланковий механізм, до трьох точок якого кріплять необхідне обладнання.

У процесі роботи тракторів на начіпні механізми діють постійно змінювані за величиною і напрямком сили реакцій опору ґрунту на сільськогосподарське знаряддя, а також навантаження при коливаннях та розхитуванні піднятої начіпної машини і при транспортуванні причепів з вантажем.

З'єднання деталей підйомно-начіпного пристрою працюють в умовах сухого тертя при сильній забрудненості абразивом, залишками мінеральних і органічних добрив, які викликають корозію робочих поверхонь спряжених деталей.

Одночасно зношуються складальні одиниці і деталі гідросистеми задньої навіски, порушується щільність з'єднань гідравлічних трубопроводів, погіршуються експлуатаційні показники гідросистеми (росте транспортна усадка силових циліндрів, збільшується втрата масла, порушується надійність роботи механізмів керування).

Несправності начіпного механізму визначають візуально за спотворенням геометрії ланок важільно-шарнірного механізму, згинами, тріщинами, обломами вушок або розривом деталей, зносом кульових з'єднань, пошкодженням різьби, а також стуками при переведенні начіпного механізму із робочого положення у транспортне.

Через схожість конструкції механізмів начіпки тракторів характер і частота пошкоджень у них також мають багато спільного.

У трактора Т-150 поточний ремонт начіпки виконують при скручуванні шліців вала важеля, нижньої осі, зносі сферичних шарнірів.

Для заміни або ремонту нижніх тяг від'єднують вилку розкосів, від'єднавши пальці важелів із сферичних шарнірів нижніх тяг. Якщо головка зношена або деформована, її від'єднують від нижньої тяги.

Якщо несправні сферичні шарніри верхніх або нижніх тяг, є тріщини та сколи і необхідна заміна цих деталей, то для їх роз-

бирання використовують спеціальний пристрій до гідропреса, який являє собою циліндричну підставку із сферичними заглибленнями по її верхньому торцю.

Після розбирання візуально або вимірюванням оцінюють технічний стан знятих деталей і спряжених з ними. Зношені деталі відновлюють або замінюють.

Під час монтажу начіпного механізму шарніри верхніх і нижніх тяг складають за допомогою пристрою, який складається з підставки із сферичними заглибленнями під головки заклепок і наставки під шток гідропреса. При цьому осі їх отворів і пазів повинні лежати в одній площині. Незбігання допускається до 0,2 мм (трактори Т-150, Т-150К). Шарніри верхньої і нижньої тяг повинні вільно провертатися у будь-якій площині від зусилля не більше 0,2 кН на плечі 500 мм.

Регулювальні різьбові з'єднання розкосів, тяг і розтяжок складають так, щоб забезпечити легке і вільне переміщення деталей за допомогою рукоятки воротка. У шарніри тяг при складанні закладають консистентне мастило.

Механізм начіпки випробують разом з гідроначіпною системою у складі на стенді. Під час піднімання і опускання вантажу 15 кН тривалість піднімання має становити не більше 3,5 с, а опускання — 1,5—3,5 с. При цьому прилад-координатор повинен показувати відхилення поздовжньої осі 1,5—2°, що відповідає 18—23 мм сумарного зазора у всіх спряженнях (Т-150, Т-150К).

6.6. РЕМОНТ КУЗОВІВ І КАБІН

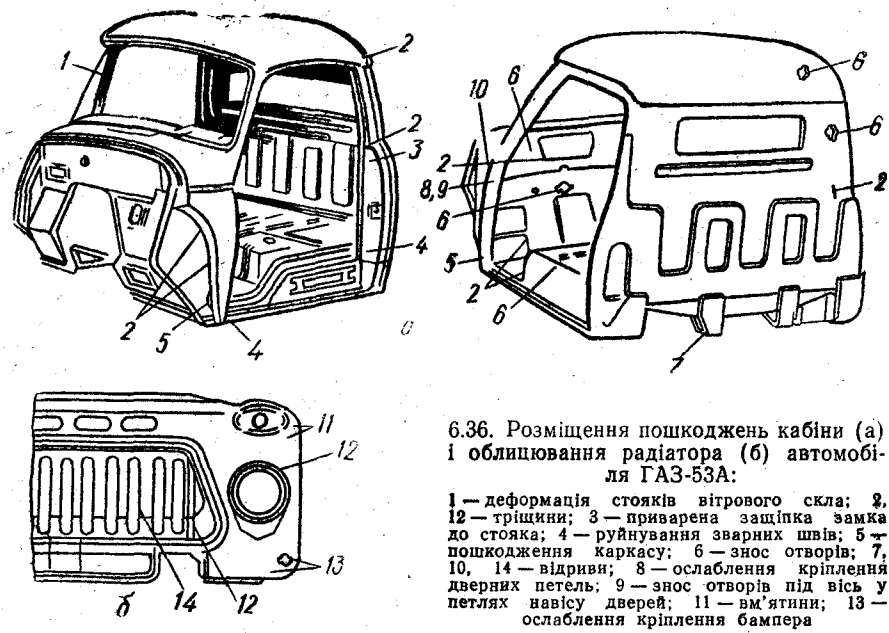
Деталі кузовів і кабін у процесі експлуатації зношуються, з'являються тріщини, пробоїни, прогини і перекоси, порушуються системи водозабезпечення, герметичності тощо (рис. 6.36).

Під час капітального ремонту після мийно-очисних операцій кабіни демонтують, застосовуючи спеціальні пристрої (захвати, електротельфери, кран-балки, ручні і механізовані талі тощо).

Для прискорення відкручування іржавих болтів, гайок і шурупів, видалення заклепок, роз'єднання панелей, зварених точковим зварюванням, їх попередньо нагрівають газовим полум'ям, просвердлюють місця точкового зварювання або розділяють зварені листи гострим тонким зубилом.

Кабіни розбирають на поворотному стенді ОПР-2377 або підставці ОПР-2936. Під час знімання старої фарби використовують способи, наведені у п. 2.5.

У випадку ремонту кабін і облицювань тракторів та автомобілів значна роль належить жерстяницьким роботам по правці вм'ятин, вирізанню пошкоджених місць, виготовленню і підгонці заплат простих і складних конфігурацій під зварювання, виготовленню окремих деталей тощо. Найпоширеніші такі способи зва-



6.36. Розміщення пошкоджень кабіни (а) і облицювання радіатора (б) автомобіля ГАЗ-53А:

1 — деформація стояків вітрового скла; 2, 12 — тріщини; 3 — приварена защіпка замка до стояка; 4 — руйнування зварних швів; 5 — пошкодження каркасу; 6 — знос отворів; 7, 10, 14 — відриви; 8 — ослаблення кріплення дверних петель; 9 — знос отворів під вісь у петлях навісу дверей; 11 — вм'ятини; 13 — ослаблення кріплення бампера

рювання, як газове, електродугове у середовищі CO_2, електроконтактне.

Поверхні із вм'ятинами, тріщинами, розривами або пробоїнами правлять і заварюють місце розриву металу, а потім зачищають зварні шви і виконують решту ремонтних операцій.

Під час зварювання деталей із тонколистової сталі можливі пропалювання і короблення. Для зниження безпеки з'явлення цих дефектів рекомендується застосовувати спочатку прихватку зварного з'єднання у кількох точках, а потім проварювання послідовними ділянками. У випадку короблення застосовують механічне правлення з обов'язковим нагріванням деформуємої ділянки.

Вм'ятини при товщині металу понад 2 мм правлять із застосуванням газополуменевого нагрівання. Деталі товщиною 2—3 мм нагрівають у зоні правки до 650—700°, а завтовшки 4—5 мм — до 850—900 °С. Дюралюмінієві деталі правлять із нагріванням до 350—470 °С.

Ширина зони нагрівання не повинна перевищувати п'ятикратну товщину листа, який правлять. Довжина зони нагрівання визначається величиною вм'ятини. Нагрівання виконують з опуклого боку вм'ятини, а смуги нагрівання розміщують по схилу опуклості на відстані 80—100 мм від межі.

Під час ручного рихтування використовують рихтувальний мо-

лоток і підтримку, які підбирають за кривизною ремонтуємих панелей.

Механізоване рихтування виконують пневматичним молотком, попередньо змастивши маслом поверхню деталі.

Рихтування вважається закінченим, якщо шорсткість не відчувається долонею руки.

6.7. РЕМОНТ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

Характерні дефекти покришок, безкамерних шин і камер. До експлуатаційних дефектів покришок відносять передчасний однобічний нерівномірний і плямистий знос протектора; зривання гуми по протектору і боковині; розшарування або злом каркаса при порушенні існуючих правил експлуатації шин; механічні пошкодження, пробої, порізи протектора, боковини, каркаса.

Розрив ниток корду, відшарування протектора і боковин від каркаса відбувається у випадку надто великої деформації шин внаслідок перевантаження або зниження тиску повітря у камерах.

Визначення величини, ступеня і нерівномірності зносу шин. Абсолютну величину зносу шин характеризують різницею між висотою виступів рисунку протектора у новій і зношений до моменту виміру шини. Ступінь зносу виражають у процентах.

Нерівномірність зносу шин тракторів і комбайнів визначають відповідно для ведучих і напрямних коліс як різницю величин зносу шин лівої і правої за ходом шин.

Характер пошкоджень і види ремонту шин. Залежно від характеру пошкоджень автотракторні пневматичні шини під час ремонту поділяють на чотири основні групи.

До першої групи пошкоджень і дефектів відносяться дрібні порізи, подряпини, поверхневі і наскрізні проколи невеликих розмірів, вириви протекторної гуми і гуми боковини, місцеві відшарування і тріщини покривних гум. Ці несправності усувають у послідовності проведення профілактичного ремонту, оскільки при подальшій експлуатації шин через порізи і проколи у каркас покришки потраплятимуть бруд, пилява, нафтопродукти, волога, які руйнуватимуть його.

До другої групи відносяться механічні пошкодження і дефекти старіння, а також наскрізні пошкодження певних розмірів, форми і місцезнаходження. Такі пошкодження усувають під час поточного ремонту.

До третьої групи відноситься гранично допустимий або повний знос рисунку протектора з місцевими пошкодженнями, які усувають під час відновлення покришок.

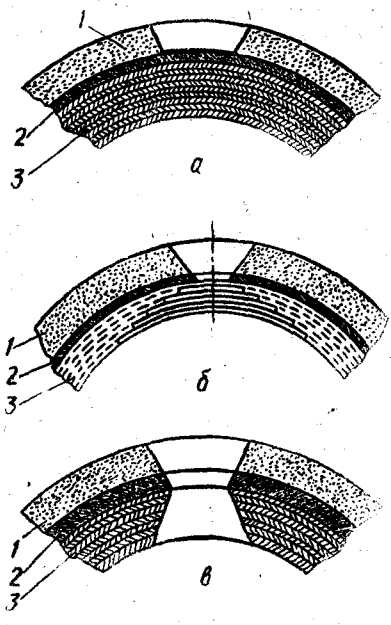
До четвертої групи входять шини з пошкодженнями і дефектами, які не можуть бути усунені у процесі ремонту. Ці шини не відновлюють, а списують.

Залежно від характеру і виду пошкоджень та дефектів ремонт шин поділяють на експлуатаційний (шляховий), профілактичний, місцевий і відновлювальний.

Покришки, придатні для ремонту, очищають від бруду, промивають у воді, нагрітій до температури 50—70 °С, вилучають предмети, що застряли, і сушать у сушильній камері не менше 48 год при температурі 60—75 °С і відносній вологості повітря не більше 60 %.

Вирізання пошкоджень. Існує кілька способів вирізання пошкоджень, які залежать від типу ремонтуємих шин, характеру пошкоджень, величини зносу, розміру і розміщення пошкоджень.

Розрізняють три групи способів вирізання пошкоджень покришок (рис. 6.37): способи, які застосовують для обробки ненаскрізних зовнішніх і внутрішніх пошкоджень, а також наскрізних пошкоджень покришок.



6.37. Способи вирізання пошкодженої частини покришки при ремонті:
а — зовнішнього конуса у випадку ненаскрізного пошкодження покришки; б — наскрізного пошкодження під час розробки каркаса у рамку; в — зустрічними конусами у випадку наскрізного пошкодження покришки; 1 — протектор; 2 — подушковий шар; 3 — каркас

До першої групи способів вирізання відносять вирізання рашпильною або дротяною шарошкою без попереднього вирізання ножем та іншими інструментами і вирізання зовнішнім конусом.

До другої групи способів вирізання відносять видалення ниток, які залишилися або зруйнувалися, ножем і вирізання пошкоджених ділянок внутрішнім конусом і в рамку.

До третьої групи способів вирізання поряд з вирізанням зовнішнім і внутрішнім конусом відносяться способи вирізання свердлами, циліндричними ножами, зустрічним конусом, видозміненим зовнішнім конусом і комбінований.

Шорсткування вирізаних ділянок і покришок виконують для збільшення площі зчеплення покришки з ремонтними матеріалами і створення між ними плавних переходів.

Розрізняють зовнішнє (місцеве і кругове) і внутрішнє (місцеве) шорсткування покришок. Його виконують на спеціальних станках або вручну, використовуючи шорсткувальний інструмент з механічним приводом або комплект ручного шорсткувального ін-

струменту (дисковий рашпіль, терку, щітку із жорсткого стального дроту, кордоленту, абразивні круги, голчасті і пластинчасті шарошки).

Перед проведенням підготовчих операцій для накладання нового протектора усувають місцеві пошкодження покришки. Видаляють старий протектор до подушкового шару і обробляють на шорсткувальному станку голчастими або пластинчастими циліндричними шарошками.

Шорстковані поверхня повинна бути рівною, бархатистою і чистою, з плавними переходами і без грубих рисок. Шорсткувальний пил з покришки видаляють щіткою або пилесосом.

Нанесення клею. Для міцного зчеплення ремонтних матеріалів з покришкою на їх поверхню наносять шар клею одним із способів: ручним (пензлем) і механізованим (пульверизатором).

Клей необхідної концентрації готують у металевих місткостях із кришками, що щільно закриваються. Для цього клейову гуму, нарізану шматочками розміром не більше 30×30 мм, підігрівають до 30—35 °С, кладуть у місткість і заливають бензином до повного занурення. Кожні дві години виконують переміщування, додаючи невеликими порціями бензин «Галоша» до утворення однорідної маси клею протягом 24 годин.

Нанесений на покришку, прошарову і протекторну гуму шар клею сушать у сушильній камері при 30—50 °С протягом 30—40 хв. Для збільшення товщини плівки і покращення якості з'єднання ремонтних матеріалів з покришкою наносять два шари клею.

Основними операціями ремонту пошкоджень і накладання протектора умовно вважають зароблювання пошкоджених ділянок покришок, прикатування протектора, вулканізацію і контроль готової продукції.

Зароблювання пошкоджень — одна із найвідповідальніших операцій місцевого і відновлюваного ремонту шин. Під час зароблювання пошкоджень попередньо змащені клеєм ділянки покришок заповнюють вулканізаційними гумовими сумішшю або вставками. У випадку, коли це вимагається, підсилюють гумокордними пластирями відповідних типорозмірів.

Спочатку зароблюють проколи різних розмірів, потім внутрішні пошкодження (із вставкою і без вставки пластирів) і лише після цього зароблюють зовнішні пошкодження.

Проколи розміром до 10 мм зароблюють гумовими грибками типу Г з адгезивним покриттям, пошкодження покришок від 10 до 25 мм — гумовими грибками типу ГИ з адгезивним покриттям внутрішнього боку шляпки і ніжки.

Для зароблювання внутрішніх пошкоджень розміром від 25 мм і більше використовують борторозширювальні станки або змінні болванки спеціалізованих верстатів для слюсарів-ремонтників.

Внутрішні пошкодження каркаса, які задівають менше 25 % всіх його шарів, ремонтують без підсилення гумокордним пластирем. У випадку пошкодження каркаса на глибину понад 25 % його шарів застосовують гумокордні хрестоподібні пластирі (для шин типу Д) і радіальні пластирі (для шин типу Р) накладаючи їх на шорстковані, змащені клеєм пошкодження з внутрішнього боку покришки.

Зароблювання зовнішніх пошкоджень покришок починають із наскрізних і великих ненаскрізних пошкоджень методом лиття гумової суміші під тиском. У випадку зароблювання зовнішніх пошкоджень покришок із застосуванням підсилених вставок пластирь накладають до заповнення порожнини пошкодження гумовою сумішшю. Потім ремонтні матеріали вулканізують.

Вулканізація — це фізико-хімічний процес, внаслідок якого пластична маса накладених ремонтних матеріалів набуває міцності та еластичності при певних температурі, часу і тиску опресування. Оптимальна температура вулканізації, протекторної і камерної гуми становить 143 °С, прошарової 131 °С і клейової 138 °С.

Для отримання необхідної якості товстостінні покришки з місцевими пошкодженнями вулканізують спочатку із внутрішнього боку на секторі, а потім на плиті із профільованою алюмінієвою прокладкою або у спеціальній формі (мульді), в яку надходить пара під тиском для обігрівання.

Мульди бувають універсальними (типу ШМУ) і спеціалізованими (типу ШМ). Для вулканізації зовнішніх пошкоджень покришок використовують настільні електровулканізаційні апарати різних моделей.

Тривалість вулканізації покришок залежить від товщини ділянки, що вулканізується. Орієнтовний час вулканізації при температурі 140 °С визначають за формулою:

$$T = 7h \text{ хв},$$

де h — товщина ділянки, що вулканізується, мм.

Якість вулканізації визначають за твердістю гуми твердоміром. Вона повинна становити для протекторної гуми 58—62 одиниці за Шорем.

Заключна операція ремонту покришок — статичне балансування шин вантажених автомобілів і додаткова перевірка на динамічну зрівноваженість коліс легкових автомобілів.

Відновлення камер. Камери, просочені нафтопродуктами, з кільцевими порізами по всьому колу, з вікнами розриву, довжина яких понад 150 мм, ширина понад 50 мм, а також камери із явними ознаками старіння гуми не ремонтують.

Характерними несправностями камер є проколи, прориви і пошкодження вентиля.

Шорстковану ділянку навколо пошкодження камери двічі промащують клеєм концентрації 1 : 10—1 : 12 і просушують після кожного промащування 15—20 хв у природних умовах під витяжкою. На ремонтуєму ділянку в один або кілька шарів накладають промащені клеєм і просушені заготовки камерної гумової суміші товщиною 2 мм, ретельно прикочуючи кожен шар. Накладена заплата по всьому периметру пошкоджень має перекривати його межі на 25—30 мм. Товщина пластиря не повинна перевищувати товщину стінки ремонтуємої камери на 1—1,5 мм. Вентиль вставляють у камеру так, щоб отвори у ньому і камері збігалися. Навколо вентиля щільно прикатують гумотканинну п'ятку, попередньо обкладаючи її краї стрічкою із прошаркової гумової суміші завтовшки 0,9 мм і завширшки 10—12 мм.

Вулканізують камеру на вулканізаційних плитах з електричним або паровим обігріванням, а при їх відсутності — в електровулканізаторах — при 143±2 °С тривалістю 10—20 хв.

Відремонтовані ділянки шліфують по краях за допомогою карборундового круга і перевіряють на герметичність під тиском повітря 3—5 Н/см^2.

6.8. ЗАГАЛЬНЕ СКЛАДАННЯ, ОБКАТКА І ВИПРОБУВАННЯ МАШИН

Загальне складання тракторів і автомобілів здійснюється після складання і обкатки основних вузлів і агрегатів у певній послідовності: двигун, задній міст, коробка передач, гідроагрегати, рульове керування, гальма тощо. Його виконують на основі технологічної карти складання машини. Складання машини починають із встановлення частково складеного вузла (наприклад, рами) на підставки або рухомі візки. У подальшому на раму встановлюють і закріпляють всі агрегати і вузли. Високоякісне складання і встановлення машини можна забезпечити за умови наявності спеціального ремонтно-технологічного обладнання і оснащення.

Під час встановлення кабін суміщувати отвори під болти її кріплення ломом не допускається. Зміщення осей отворів облицювання і крил від їх нормального положення не повинно перевищувати 0,25—0,3 мм. Потрібно, щоб скло кабіни надійно утримувалося у пазах ущільнень, замки — утримували двері у закритому положенні. Петлі дверей перед встановленням змащують солідолом С.

Під час встановлення муфти зчеплення регулюють зазор між відтискними важелями і відведенням (або упорним підшипником) відповідно до ТУ. Різниця зазора між окремими важелями не повинна перевищувати 0,3—0,4 мм.

Під час встановлення двигуна отвори опор під болти повинні суміщуватися без зусиль і розвертань, болти кріплення — вільно

проходити через отвори, двигун і коробка передач — бути відцентровані. Монтаж коробки передач без установочних штрифтів не допускається.

Прокладку поверхні кріплення коробки передач до муфти зчеплення ставлять на клей «Герметик».

Під час встановлення заднього і ведучого мостів подушки головної муфти ВВП і гальм мають знаходитись в одній площині (допустиме відхилення 5 мм), педалі гальм після натискання на них — вільно повертатися у початкове положення під дією пружин, наприклад, у тракторі Т-150К при встановленні заднього моста кут його нахилу по осі ведучої шестерні повинен становити не більше 12°. У цьому випадку незбігання стрілки фланця корпуса головної передачі, встановленої на осі ведучої шестерні, зі стрілкою на осі шліцьового вала проміжної опори допускається не більше 2 мм; незбігання стрілок у горизонтальній площині — не більше 2 мм.

Карданні вали встановлюють на трактор і автомобіль у послідовності, зворотній зніманню. Головки болтів розміщуються з боку хрестовини карданного вала.

Шліцьове з'єднання перед встановленням покривають графітним мастилом УСА або солідолом.

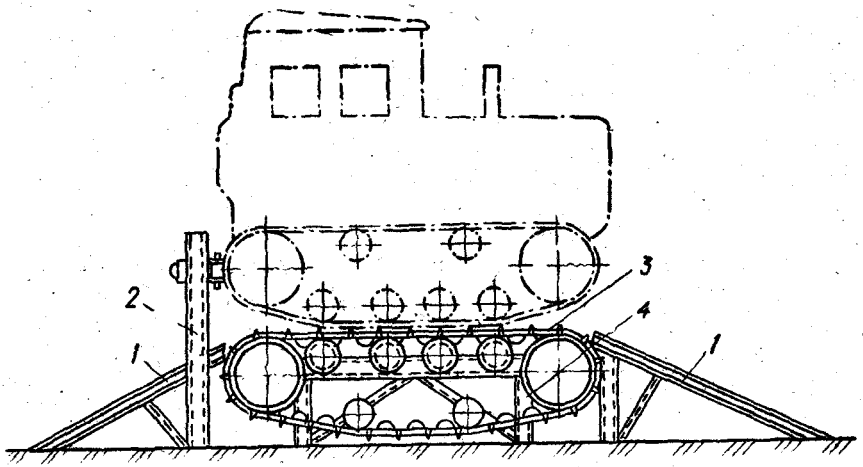
Переміщення вилок по шліцах має бути вільним, без заїдань. Вузли карданного вала встановлюють так, щоб маслянки їх хрестовин лежали в одній площині і спрямовувались в один бік.

Встановлена передня вісь у тракторах повинна повертатися на осі кочення вільно, без заїдань, у межах кута, обмеженого упорами. Схід коліс регулюють відповідно до ТУ.

Під час встановлення вузли ходової частини гусеничних тракторів мають вільно повертатися (наприклад, каретка, підвіски на цапфі рами). Осьовий зазор каретки не повинен перевищувати 2,5 мм. Напрямне колесо має вільно провертатися на осі.

Після повного складання машини контролюють і регулюють гальма, робочі органи, зачеплення шестерень, натяг пасів, ланцюгів, перевіряють надійність кріплення вузлів і агрегатів. Потім виконують повне мащення трактора або автомобіля відповідно до карти мащення, наведеній в інструкції з технічного обслуговування машини, яка являє собою схему машини із зазначенням всіх точок мащення і марки мастила для кожної точки. Після ремонту машину обкатують і випробують.

На ремонтних підприємствах для обкатки машин використовують спеціальні стенди з додатковою обкаткою під час руху своїм ходом і пробігом або тільки пробігом. Для обкатки колісних тракторів і автомобілів застосовують стенди барабанного типу. На стендах для обкатки гусеничних тракторів біговими доріжками є гусеничні візки (рис. 6.38).



6.38. Схема стенда для обкатки гусеничних тракторів після ремонту:
1 — трапи-естакади; 2 — стояк; 3 — пристрій привода ходової частини трактора; 4 — естакада

Іноді стенди обладнують гальмовими пристроями, які дають змогу припрацьовувати і випробувати машини при навантаженнях, які заміряють динамометрами.

Обкатують і випробують трактори на стенді 1,5—2 год. При цьому машину обкатують 10—15 хв на холостих обертах двигуна по 15—20 хв на всіх передачах відповідно до технічних умов (на передачах заднього хода 5—10 хв). На кожний трактор і автомобіль, які надходять на обкатку, оформляють лист.

Обкатка трактора на стенді без навантаження. Трактор обкатують із включеним насосом гідросистеми заднього начіпного пристрою. Насос включають і виключають тільки при непрацюючому двигуні.

У процесі стендової обкатки перевіряють: роботу двигуна на різній частоті обертання колінчастого вала, яка має бути сталою; тиск масла у прогрітого до 60 °С двигуна при номінальній частоті обертання колінчастого вала; роботу контрольних приладів стартера (до 15 с), коробки передач тощо.

Обкатка тракторів пробігом без навантаження. Перед обкаткою трактора пробігом перевіряють: включення, виключення і роботу муфти зчеплення, коробки передач, трансмісії, ВВП і гальм. Останні повинні надійно утримувати трактор під час піднімання або опускання на сухому грунті з уклоном 16—20°. У випадку повного включення однієї із муфт повороту гальма гусеничний трактор має повертатися на місці на 360°. На ділянці сухої прикоткованої дороги з уклоном 16° після розгальмовування зупинних гальм гальмування повинне забезпечуватися стоянковим галь-

мом трактора при фіксованому положенні важеля керування гальмом. Переключення передач на підйомі і спуску не допускається; у рульовому керуванні зусилля повороту не повинне перевищувати 30 Н під час руху на першій швидкості по дорозі з твердим покриттям; вільний хід рульового колеса має відповідати технічним вимогам; механізм начіпки гідросистеми підніматися і опускатися вільно, без заїдань і гальмування.

Без навантаження пробігом обкатують 45—60 хв.

Обкатку трактора як на стенді, так і на ходу припиняють у випадку: перегрівання двигуна та інших вузлів і механізмів; пониження тиску масла у системі двигуна і в гідросистемі коробки передач; витікання охолоджувальної рідини, палива в масла і повітря; ненормальних шумів і стуків в агрегатах; несправностей гальм і приводів керування; самовиключення передач. Обкатку продовжують після усунення дефектів.

Обкатка тракторів пробігом під навантаженням. Обкатку під навантаження виконують на легких транспортних роботах.

Випробування автомобілів пробігом виконують на відстані 40 км з вантажем (75 % нормальної вантажопідйомності) зі швидкістю не більше 40 км/год. Рульовий механізм перевіряють на горизонтальній ділянці сухої дороги. Під час плавного і повного гальмування важіль ручного гальма або педаль не повинні доходити до упору. Ручне гальмо має надійно утримувати автомобіль необмежений час на сухій ділянці дороги з уклоном 18—20°.

Приймально-здавальні випробування проходить трактор (автомобіль) після капітального ремонту. У цьому випадку перевіряють зовнішній вигляд і комплектність машин; якість всіх регулювань; роботу електрообладнання і контрольно-вимірювальних приладів, стартера і двигуна; складові частини трансмісії гальма, маслоприводи і агрегати гідросистеми мають бути герметичними, підтікання масла не допускається.

Показники експлуатаційно-технічних характеристик капітально відремонтованого трактора повинні відповідати показникам нового трактора, встановленим у конструкторській документації.

Після обкатки трактора (автомобіля) прослуховують двигун, силову передачу і ходову систему, проводять перше технічне обслуговування; замінюють масло у двигуні, коробці передач, задньому і передньому мостах і колісних редукторах; промивають фільтри турбокомпресора і гідросистеми; регулюють зазори між клапанами і коромислами двигуна, головну муфту зчеплення, муфту зчеплення редуктора пускового двигуна, привод керування і гальма.

Після обкатки трактора (автомобіля) складають акт про правильність обкатки, виявлені і усунені несправності, роблять відповідну відмітку у паспорті трактора (автомобіля).

7. РЕМОНТ КОМБАЙНІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

7.1. ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМБАЙНІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

Комбайни, сільськогосподарські машини та знаряддя, особливо їх робочі органи, працюють в умовах безпосереднього контакту з оброблюваним середовищем і при великій запиленості. Поверхні робочих органів машин зношуються від впливу різних фізичних і хімічних факторів. Інтенсивніше проходить електрохімічний знос. Це особливо характерно для машин по внесенню добрив і пестицидів.

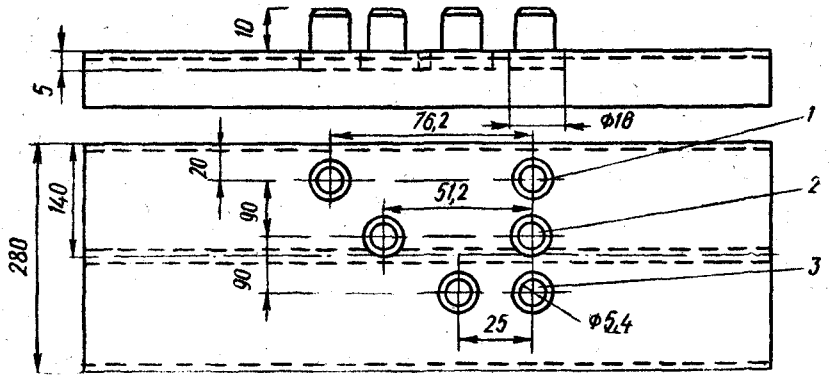
Деталі сільськогосподарських машин часто деформуються від великих навантажень, в робочі органи іноді потрапляють тверді предмети, що призводить до поломок. Ці фактори викликають великі зноси, що у свою чергу потребує широкого використання зварювання і наплавлення. Оскільки більшість сільськогосподарських машин громіздкі, їх ремонт в основному виконують у майстернях господарств, виняток становлять складні вузли і двигуни самохідних машин.

7.2. РЕМОНТ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Відповідно до діючої нормативно-технічної документації капітальному ремонту підлягають зернозбиральні комбайни і їх складові частини, які відпрацювали доремонтний ресурс не менше 1500 мотогодин (1100 фіз. га) або міжремонтний ресурс не менше 1200 мотогодин (900 фіз. га) і досягли граничного стану. Складові частини комбайна, які не потребують капітального ремонту, діагностують, не знеособлюючи їх. Під час виконання поточного ремонту складові частини і складальні одиниці, які ремонтують, знімають з комбайна лише у тому випадку, коли їх ремонт без цього неможливий або утруднений.

Ремонт різального апарата виконують при наявності таких основних дефектів: обрив, згин і скручування смуги; знос і поломка сегментів ножа, сфери, притискачів, протирізальних пластин, деформація або злом пальців.

При обриві спинки ножа по заклепках її зварюють електрозварюванням за допомогою кондуктора (рис. 7.1) з наступним зачищенням шву урівень з основним металом. Сегменти із зношеною різальною кромкою на довжині понад 5 мм замінюють новими. При цьому видаляють заклепки, правлять спинку ножа і приклепують нові сегменти. Послаблені заклепки кріплення сегментів осаджують. На спеціалізованих підприємствах або ділянках при цьому використовують спеціальні стенди типу ОР-6701М.

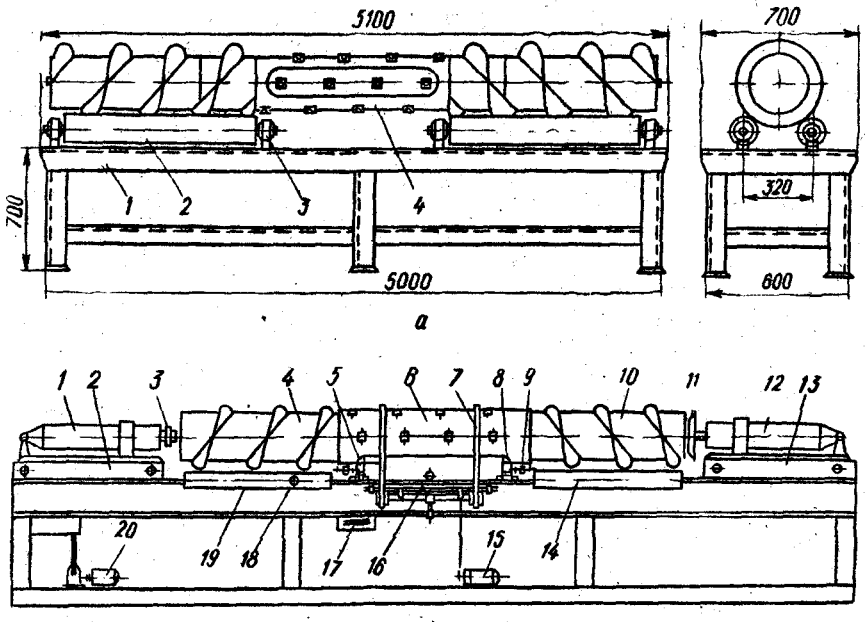


7.1. Кондуктор для зварювання спинки ножа різального апарата:
1, 2, 3 — штирі кондуктора для відстані між заклепками ножа відповідно 76,2; 51,2 і 25 мм

Спинку ножа вибраковують при повторному обриві і зношуванні по ширині більше допустимого розміру. Напрямну головку ножа при зносі паза по ширині ремонтують заміною прокладок. Притискачі із зношеною робочою кромкою по товщині замінюють новими. Деформовані пальці різального апарата правлять у спеціальних пристроях.

При складанні апарата робочі поверхні протирізальних пластин пальців мають лежати в одній площині. Зазори між сегментами і притискачами не повинні перевищувати 0,75 мм. Регулювання виконують рихтуванням притискачів. При крайніх положеннях ножа сегменти повинні розміщуватися симетрично протирізальним пластинам пальців, ніж — вільно пересуватися в пальцьовому брусі від зусилля руки.

Ремонт шнеків жаток. У процесі експлуатації у шнека жатки можуть виникнути такі дефекти: згин і обрив витків по зварному шву, прогин труби, радіальне биття осі, згин пальців тощо. Однак найчастіше шнек виходить із ладу внаслідок зносу або пошкодження центральної труби у зоні розміщення пальчикового механізму, яке виникає внаслідок недостатньої досконалості його конструкції і порушення правил експлуатації комбайнів, наприклад, неправильного регулювання запобіжної муфти шнека. У цьому випадку центральну трубу замінюють новою, попередньо виготовленою. При цьому спочатку демонтують пальчиковий механізм, відкручують стяжні болти щок підвісок труби пальчикового механізму, дістають трубу з втулками і знімають корпуси підшипників з осями. Далі на обертачі шнека вирізають дефектну центральну трубу газополуменевим різаком, виконують операції по усуненню дефектів крайніх труб шнека і гвинтової стрічки (рис. 7.2, а). Після цього у попередньо виготовлену центральну трубу шнека запресовують крайні труби на спеціальному стенді



7.2. Обладнання для відновлення шнеків жаток зернозбиральних комбайнів:
а — обертач шнека жатки: 1 — рама; 2 — валець; 3 — підшипник; 4 — шнек жатки; б — схема стенда для запресування крайніх труб шнеків жаток зернозбиральних комбайнів: 1, 12 — гідроциліндри; 2, 13 — напрямні; 3 — пуансон; 4, 10 — крайні труби шнека; 5, 8 — фіксатори; 6 — центральна труба шнека; 7 — пас; 9 — коток; 11 — диск; 14, 19 — вальці; 15, 20 — електродвигуни; 16, 18 — місця кріплення фіксаторів; 17 — пульт керування

(рис. 7.2, б). Виконують електрозварювання стиків і приварюють кінці гвинтової стрічки.

Ремонт мотовила. Основними дефектами мотовила є тріщини зварних швів; деформація і руйнування променів, лопатей, розтяжок і граблин; знос і руйнування ексцентрикового механізму, півпідшипників труб граблин, фрикційних накладок, зубів зірочок і маточин тертя запобіжної муфти.

Тріщини і розриви металевих деталей і зварних швів заварюють газовим або електричним зварюванням, попередньо відрихтувавши і виставивши спряжені деталі. Обломані граблини замінюють новими, деформовані пальці і труби граблин правлять. Зношені цапфи наплавляють вібродуговим наплавленням. У випадку зносу зубів зірочок по товщині останню замінюють на нову. Маточину тертя при зносі по товщині теж замінюють на нову. Фрикційні накладки, зношені до товщини менше 2 мм, або з тріщинами і викришуванням замінюють за типовою технологією.

Ремонт похилої камери. Основними дефектами похилої камери є потертості днища, тріщини боковин і зварних швів, перекос

каркасу, обрив або деформація напрямних і блока полозів, знос валів і деталей запобіжної муфти, послаблення заклепок кріплення, поломка і згин гребінок транспортера і подовження ланцюга.

Потертості і тріщини днища, боковин і зварних швів відновлюють із застосуванням електродугового і газового зварювання. Деформовані напрямні і блоки полозів правлять, дефектні нижні накладки замінюють на нові. Риски і задирки поверхонь під накладки зчеплення ведучого диску і маточини тертя у комбайна «Дон» обточують до усунення слідів зносу. Зношені поверхні під підшипники, зірочки, шків, ведучий диск, храповик, а також шпонкові пази наплавляють електродуговим зварюванням у середовищі вуглекислого газу, обточують, шпонкові пази фрезерують і шліфують до розмірів за робочим кресленням. Послаблені заклепки і розтягнуті ланцюги замінюють на нові. Ремонт транспортера похилої камери виконують на спеціальних стендах, наприклад, для комбайнів «Дон» на стенді ОР-6689. Складену і відрегульовану похилу камеру обкатують протягом 5 хв при чистоті обертання верхнього вала 500 ± 10 хв$^{-1}$.

Ремонт молотильного барабана. Основними дефектами молотильних барабанів комбайнів є знос бил, деформація вала, руйнування остова барабана і порушення балансування.

Била з розривами зі зношеними рифами до висоти менше 6 мм замінюють. Деформовані била правлять. Місцеві пошкодження окремих рифів усувають ручним електродуговим наплавленням і опилюванням профілю по западині і виступу.

Місцеві згини підбил остова барабана правлять, зварні шви з тріщинами зрубують і заварюють електрозварюванням. Ослаблені заклепки осажують. При наявності тріщин у середніх дисках остов барабана вибраковують. Відремонтовані молотильні барабани статично балансують за допомогою пластин (шайб), встановлених під гайки болтів кріплення більш легкого била.

Ремонт підбарабання. При експлуатації комбайнів спостерігаються такі дефекти підбарабання: деформація і обрив поверхневих прутків, відхилення площинності планок як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках, крім того, спрацювання робочих граней планок.

При згині планок у горизонтальній площині більше 3 мм і вертикальній більше 1 мм їх правлять на спеціальній півкруглій плиті, застосовуючи спеціальний ключ з двома стояками, який має прорізи розміром, що відповідає товщині планок. Планки із значним згином правлять з попереднім прогріванням. Після вирівнювання планок тріщини і зруйновані зварні шви заварюють електрозварюванням. Планки зі зношеними передніми гранями переставляють на 180° так, щоб задні незношені кромки знаходились спереду. Планки із значним зносом робочих граней наплавляють і обробляють спеціальними різцевими головками на пере-

обладнаних станках типу РР-4А у спеціалізованих ремонтних майстернях.

Ремонт соломотряса. Основними дефектами соломотряса є згин валів, знос шийок валів і підшипників, тріщини корпуса клавіш, поломка кронштейнів, згин граблин і решіток.

Зігнуті колінчасті вали соломотряса правлять на спеціальному пристрої — шаблоні, попередньо підігріваючи деформовані місця. Шийки колінчастих валів соломотряса, спряжені з дерев'яними підшипниками, проточують з наступним шліфуванням до ремонтного розміру.

У випадку зносу поверхні колінчастого вала під втулки підшипників вал вибраковують. Деформовані корпус, клавіші, гребінки і граблини правлять до відновлення їх початкової форми. Обірвані граблини видаляють з наступним приварюванням, газовим або напівавтоматичним зварюванням у середовищі вуглекислого газу нової граблини. Тріщини і розриви заварюють газовим зварюванням, на місці потертості кожуха приварюють латки. Дефектні заклепки видаляють, послаблені — осаджують.

Ремонт механізму очистки. Основними несправностями механізму очистки комбайна є: знос або обрив переднього і бокового ущільнювальних пасів нижнього решітного стану; тріщини, розриви і відривання гребінок; відхилення від площинності бортів стану; розриви і тріщини струшувальної дошки, рами нижнього і верхнього решітного стану та подовжувача грохоту; знос деталей скребкових ланцюгів елеваторів; деформація, розриви, тріщини і знос гвинтових стрічок і кожухів шнеків, лопатей крилатки і кожуха вентилятора; деформація валів шнеків.

Ущільнювальні паси із наскрізними потертостями, розривами і деформаціями замінюють на нові. Гребінки нижнього і верхнього решітних станів і подовжувача із тріщинами і розривами заварюють газовим зварюванням з наступним зачищенням і рихтуванням. Гребінки, які відірвалися від осей, встановлюють у положення повного закриття, а потім кожну гребінку приварюють газовим зварюванням до осі у двох точках з неробочого боку.

Борти стана із вм'ятинами понад 4 мм рихтують, розриви і тріщини струшувальної дошки, рами нижнього і верхнього решітного стана і подовжувача грохота заварюють газовим зварюванням з неробочого боку, попередньо виправивши пошкоджені ділянки.

Деформовані пластини жорсткості скребків елеваторних ланцюгів рихтують, розшаровані і зношені гумові скребки замінюють новими, зношені елеваторні ланцюги відправляють на спеціалізовані ремонтні підприємства, де їх ремонтують за загальноприйнятою технологією.

Деформовані корпус, вал і гвинтову стрічку шнека, а також лопаті крила і кожуха вентилятора правлять до надання початко-

вої форми. Тріщини, розриви і пробоїни заварюють із застосуванням газового або напівавтоматичного зварювання у середовищі вуглекислого газу. Крилатку вентилятора статично балансують.

Ремонт бункера і вивантажувального пристрою. Основними дефектами бункера і вивантажувального пристрою є: деформація і тріщини боковин бункера; тріщини зварних швів; деформація гвинтових стрічок і кожухів шнеків; знос гвинтової стрічки по висоті, посадочних місць валів під підшипники, зірочку і вилку, а також шнекових пазів по ширині; радіальне биття цапф шнеків.

Деформовані поверхні правлять, тріщини заварюють газовим або напівавтоматичним зварюванням у середовищі вуглекислого газу. Пробоїни і розриви ремонтують приварюванням накладок. У випадку значних руйнувань кожухів шнеків зношену частину відрізають, виготовляють із листової декапірованої сталі відповідну накладку і приварюють із перекриттям 30 мм. Деформацію гвинтової стрічки і биття цапф шнеків усувають правленням, при зношенні гвинтової стрічки по висоті, шнеки бракують. Посадочні місця валів під підшипники, зірочки і вилки, а також шнекові пази відновлюють технологіями відповідних типових деталей (розділ 4).

Ремонт обладнання комбайнів для збирання незернової частини врожаю. Комбайни комплектують трьома видами обладнання для збирання незернової частини врожаю — копнувачами, універсальними подрібнювачами або капотами. Найпоширеніші копнувачі. Основними дефектами їх є тріщини у зварних швах; деформація пальців граблин; знос пальців куліс і підшипників соломонабивача; деформація і злом платформи, боковин, пальців, каркаса, зачепів, защіпок; обрив кронштейнів кріплення пальців.

Тріщини у зварних швах і зломи платформи заварюють газовим або напівавтоматичним зварюванням у середовищі вуглекислого газу, при значних розривах платформи приварюють накладки з неробочої поверхні. Деформовані граблини, боковини, платформи, каркаси правлять до відновлення початкової форми із застосуванням місцевого нагрівання. Дерев'яні напівпідшипники із тріщинами і сколами на робочій поверхні замінюють новими. Також замінюють на нові зношені пальці і куліси. Обірвані упорні шайби колінчастого вала і кронштейни кріплення пальців приварюють електрозварюванням.

Ремонт вузлів і деталей гідросистеми і гідропровода, а також електронних засобів автоматизації комбайнів здійснюється на спеціалізованих підприємствах або ділянках за технологіями відповідних типових деталей і вузлів тракторів (розділи 4 і 6).

Ремонт двигунів, ходової частини і коробок передач зернозбиральних комбайнів подібні ремонту цих вузлів у тракторів (розділ 6).

Регулювання і обкатку комбайнів здійснюють після складання. При цьому перевіряють встановлення пасів і ланцюгів відповідно до схем на панелях молотарки, а натяг пасів і ланцюгів — відповідно до норм. Запобіжні муфти регулюють на передачу відповідного крутного моменту.

Перевіряють правильність налагодження і регулювання вузлів комбайна. Всі регульовані параметри мають відповідати середньому значенню діапазона регулювання. Визначають правильність встановлення ущільнень і щільність їх прилягання. Після цього перевіряють і змащують всі механізми комбайна відповідно до карти мащення.

Обкатка комбайна після ремонту передбачає послідовну обкатку двигуна, жатки, молотарки і копнувача, комбайна на ходу на різних швидкостях.

Після ремонту комбайн ставлять на зберігання відповідно до діючої нормативної документації.

7.3. РЕМОНТ СПЕЦІАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

До спеціальних комбайнів відносяться кукурудзо-, кормо-, корене-, картопле- та льонозбиральні комбайни тощо.

Різні комбайни, які використовують у сільському господарстві, мають однотипові деталі і вузли, подібні між собою за ремонтно-технологічними ознаками, наприклад, рами, вали, осі, колеса, підшипники, ланцюгові і пасові передачі, транспортери тощо.

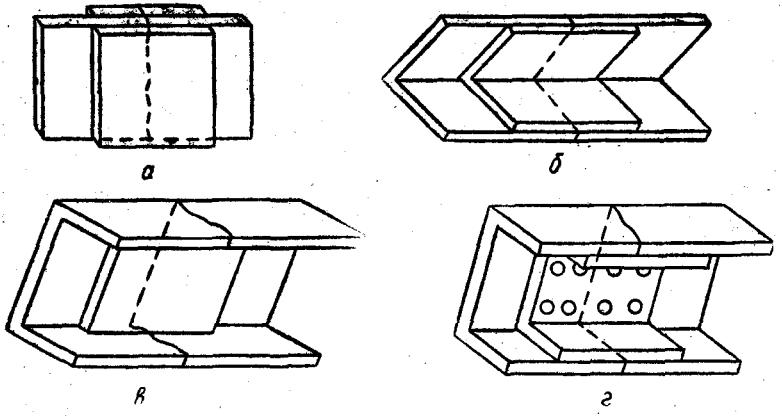
Типові деталі і складальні одиниці мають значні відмінності у конструкції, але виконують подібну роботу, тому і несправності, які зустрічаються в них, мають однорідний характер. Отже, технологія усунення несправностей може бути однаковою.

Розглянемо ремонт деяких типових деталей і складальних одиниць комбайнів.

Ремонт рам. Рама — основний несучий елемент машин, який має такі дефекти: послаблення заклепочних і болтових з'єднань, руйнування зварних швів, знос отворів і посадочних місць, тріщини, обриви, деформацію окремих елементів і рами у цілому.

Послаблені заклепки підтягують у холодному стані. Якщо при цьому не відновлюється жорсткість з'єднань (при остукуванні навколо заклепки чується деренчання), заклепки міняють, відновлюючи форму отворів розвертанням під збільшений розмір отвору і заклепки. Технологія ремонту болтових з'єднань аналогічна.

Зруйновані зварні шви, тріщини і розриви усувають зварюванням з попередньою підготовкою зварюваних поверхонь. При необхідності у місцях зварювання приварюють додаткові накладки, якщо вони не заважають встановленню інших деталей (рис. 7.3).

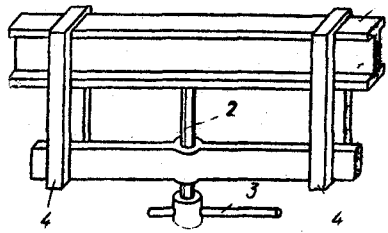


7.3. Ремонт деталей рам підсилювальними накладками:
а, б, в — приварюванням накладок до плоского бруса, кутника і швелера; г — кріплення накладки до швелера заклепками

Зношені отвори і посадочні місця під встановлення (кріплення) вузлів ремонтують (відновлюють) наплавленням або приварюванням накладок з наступною обробкою їх під розміри за робочим кресленням.

Деформація окремих елементів рам викликає розшатування і перекос всієї рами, що є причиною зміщення передаточних механізмів і робочих органів машини.

Незначну деформацію окремих ділянок рам усувають правленням у холодному стані за допомогою пристрою, наприклад гвинтового (рис. 7.4). Якщо рама значно деформована, її розбирають, зняті деталі (якщо дозволяють габарити) правлять на пресі або за допомогою пристроїв, заварюють тріщини, посилюючи їх накладками.



7.4. Гвинтовий пристрій для правки рам:
1 — брус; 2 — гвинт; 3 — вороток; 4 — скоби

У випадку руйнування зварних швів зрубують наплавлений шар і це місце знову зварюють, зміцнюючи шви наклепуванням вздовж них від середини до країв. Кожний наступний удар при цьому повинен перекривати попередній на $^1/_2$—$^2/_3$ його розміру.

Ремонт рам, як правило, виконують у спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Ремонт валів і осей. Вали і осі, що входять у конструкцію комбайнів, мають, в основному, такі дефекти: знос посадочних місць під підшипники, шліцьових поверхонь, різьб, шпонкових па-

зів, згин тощо. Технологія ремонту (відновлення) деталей із вказаними дефектами розглядалась у розділах 3 і 4.

Ремонт ланцюгів. Ланцюгові передачі комбайнів різні за конструкцією, але мають один дефект — знос ланок, при якому збільшується крок і ланцюг подовжується, що порушує нормальне зачеплення із зубами.

Роликові ланцюги із граничним збільшенням середнього кроку ланцюгів до 3 % можуть експлуатуватися у ланцюгових контурах з розміром кроку 15,875; 19,05; 25,4 і 38, де граничне збільшення середнього кроку допускається до 5 %. Для визначення середнього кроку застосовують штангенциркуль.

У випадку збільшення кроку понад допустимий ланцюг ремонтують на спеціалізованих ділянках. Для відновлення нормальних розмірів пластин і роликів застосовують нагрівання з наступним обтисканням і обробкою під розміри за робочим кресленням Валики, як правило, вибраковують.

Гакові ланцюги вибраковують при товщині гака менше 3,5 мм і ширині його зіву понад 5,5 мм. При ремонті ланцюга можуть встановлюватися ланки зі зносом менше допустимого і які належать до однієї групи (з однаковим зносом цапф) Для відновлення кроку ланцюга обтискають гаки ланок. Відновлені таким чином ланцюги мають меншу міцність і використовуються на менш навантажених контурах машини.

Комбіновані ланцюги при зносі робочої частини штампованої ланки до товщини менше 2 мм і литої ланки до розміру менше 4 мм вибраковують. Якщо вказані поверхні не досягли граничних розмірів, а подовження ланцюга більше допустимого, ланцюг ремонтують. Литі ланки при складанні встановлюють у ланцюг, повертаючи їх на 90° від початкового положення, що дає можливість збільшити строк служби ланцюга. Штамповані ланки при складанні ланцюга обтискають у спеціальному пристрої, звертаючи увагу на місце перегину штампованої ланки, оскільки у цьому місці можуть виникнути тріщини. Ланки з тріщинами вибраковують. Після ремонту ланцюги обкатують на спеціальному стенді.

Ремонт транспортерів. Транспортери, які застосовують у спеціальних комбайнах, переміщують качани кукурудзи, картоплю, корми тощо. Вони працюють у різних умовах і різняться між собою матеріалом, конструкцією і розмірами.

Полотняно-планчасті і стрічкові транспортери використовують переважно у жатках і мають такі основні дефекти: послаблення кріплення, поломку і відривання планок, а також стирання і розрив полотна і пасів.

При ремонті послаблені заклепки кріплення планок підтягують, поламані планки замінюють новими. Якщо на полотні є потерті місця або розриви, їх усувають встановленням накладки із запасної транспортерної тканини. Накладка має перекривати де-

фектне місце на 40—50 мм. При ремонті стрічок накладки приклеюють або ставлять на заклепки.

Втулково-пруткові транспортери працюють в особливо важких умовах, наприклад на картоплезбиральній або коренезбиральній машині, де на 1 м проходу машини транспортер переміщує до 200 кг грунту. Основним дефектом таких транспортерів є знос робочих поверхонь. Під час ремонту машини транспортер знімають і контролюють довжину ланцюга. Якщо його подовження перевищує 5 % від початкового кроку ланцюга, транспортер не підлягає подальшій експлуатації. Нерідко ремонт транспортерів зводиться до заміни окремих несправних ланок. Зношені в місцях спряження із з'єднувальними ланками прутки основного транспортера (елеватора) до розміру менше ∅10 мм замінюють новими або відремонтованими. При цьому зношені частини прутків відрізають, а дефектну частину компенсують додатковим прутком. Прутки з'єднують у стик із встановленням втулки, торці якої приварюють електрозварюванням до прутків. Відремонтовані прутки ставлять на транспортер.

Після складання і встановлення на комбайн ланцюги випробують, прокручуючи приводні вали. Впевнившись, що транспортер рухається без заїдань, обкатують його без навантаження. При цьому звертають увагу на плавність роботи транспортера.

Крім типових, комбайни мають ряд оригінальних вузлів і складальних одиниць. Далі розглянуті дефекти і способи їх усунення основних вузлів комбайнів.

Ремонт кукурудзозбиральних комбайнів. До кукурудзозбиральних комбайнів відносяться КСКУ-6, КСКУ-6А, ККП-3 та ін. Найпоширеніші з них комбайни КСКУ.

Різальний апарат кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6А роторного типу, деталі якого можуть мати знос і викришування робочих поверхонь. Строк служби різального апарата можна збільшити зміною положення різальних органів або застосуванням відтягування різальних кромок.

Качановідокремлювальний апарат утворений із двох похило розміщених вальців, знос яких визначає роботоздатність вузла у цілому. При ремонті зношені вальці наплавляють. Висота рифів після наплавлення повинна становити 4—6 мм. Обгумовані вальці ремонтують на спеціалізованому робочому місці, де виконується вулканізація зношеної частини вальця.

У подрібнювальному пристрої комбайна після переробки 2500 т маси затупляються ножі до радіуса 1 мм і більше. Для підвищення довговічності і забезпечення самозаточування ножі наплавляють шаром твердого сплаву товщиною 0,4—0,6 мм. Перед наплавленням ножі відтягують, а після наплавлення — загартовують при нагріванні до 830—840 °С і охолодженні у воді з наступним відпусканням.

Ремонт гичкозбиральних машин і бурякозбиральних комбайнів. Гичкозбиральні машини найширше представлені машинами БМ-6А і БМ-6Б, які працюють у комплексі з бурякозбиральними комбайнами КС-6Б і КС-6В.

Різальний апарат гичкозбиральної машини обладнаний дисковими гладенькими і сегментними (для роботи на дуже забур'янених ділянках) ножами. Основними дефектами різального апарата є знос, викришування і облом робочих органів. Ножі при затупленні заточують на спеціальному пристрої або токарному верстаті. Під час ремонту диски відтягують за технологією, подібною технології ремонту дисків культиваторів.

Із коренезбиральних машин найпоширеніші комбайни КС-6Б і КС-6В.

Робочі органи цих комбайнів (копачі) працюють у тих же умовах, що і робочі органи грунтообробних машин. Отже відновлюють зношені поверхні копача аналогічними способами.

Очисник коренеплодів складений із шнеків, які зношуються від взаємодії із грунтом, деформуються через потрапляння каменів та інших твердих предметів. Зношені частини шнеків зрізають газозварюванням і замінюють новими. Крок витка контролюють спеціальним шаблоном.

Ремонт картоплезбиральних комбайнів. Для збирання картоплі застосовують комбайни ККУ-2А.

Лемехи комбайна під час роботи інтенсивно зношуються і деформуються. Для ремонту лемехи знімають, правлять, заточують лезо під кутом 15—16°. У найтоншій частині товщина леза має бути 0,5—1 мм. При складанні лемехи мають знаходитися в одній площині, зміщення не повинно перевищувати 4 мм.

Грудкороздавлювач комбайна складається з двох пневматичних балонів, які у процесі експлуатації пробиваються, розриваються, протираються. Для виявлення дефектних місць камеру грудкороздавлювача накачують і заглиблюють у воду. Проколи і розриви камер вулканізують. Дефектні місця покришок вирізають, потім готують манжету (із старої покришки) і вулканізують при температурі 140—143 °С. Після ремонту і складання балони контролюють на герметичність і радіальне биття, яке не повинне перевищувати 10 мм.

Ремонт льонозбиральних комбайнів. Основними дефектами деталей комбайна є знос і подовження пасів; знос ручаїв роликів, шківів, ланцюгів, зірочок, транспортуючих зубів, дисків очісувального барабана, полотна вивантажувального транспортера тощо.

Зношені паси і паси довжиною понад допустиму вибраковують. Частину деталей або складальних одиниць комбайна, таких як ролики, шківи, ланцюги, зірочки, транспортери, диски, кожухи огорожі, вали, осі та інші, можна віднести до певного класу або

типу, технологія ремонту яких розглядалась у попередніх розділах. Після ремонту і складання комбайна вузли регулюють.

У бральному апараті торці шківів і роликів, які охоплюються одним пасом, мають знаходитись в одній площині.

Поперечний транспортер повинен мати прогин холостої вітки 25—30 мм.

У натискному транспортері зміщення верхнього і нижнього пасів один відносно одного має бути не більше 2 мм.

Різниця довжин двох будь-яких зубів очісувального барабана не повинна перевищувати 4 мм.

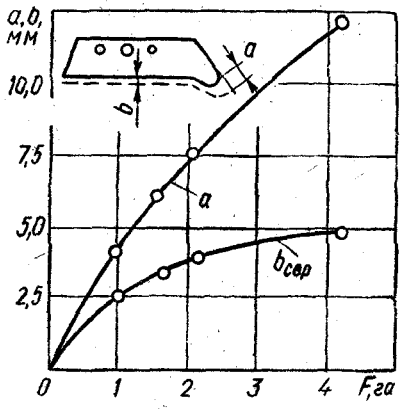
Складені комбайни регулюють і випробують на обкатувальному стенді кілька хвилин. При цьому прослуховують і роботу всіх вузлів, усувають несправності і обкатують. У правильно складеному комбайні всі механізми повинні працювати плавно, без зайвих шумів, стуків, підшипникові вузли — не нагріватися. Режими обкатки вказані в інструкції з експлуатації.

7.4. РЕМОНТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ЗНАРЯДЬ

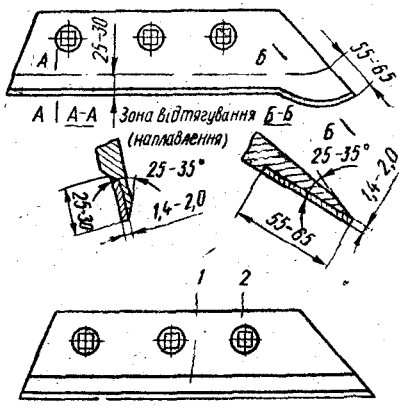
Ремонт плугів. *Леміш.* Інтенсивність зносу лемеша (рис. 7.5) залежить від щільності грунту, кількості і виду абразивних частин, що знаходяться в ній, механічних властивостей, зрізуваних рослин, матеріала леза, наробітку. У лемешів під час роботи зношуються шліцьовий бік, носок і лезо. Лезо при затупленні заточують із робочого боку до товщини 1—1,5 мм при ширині фаски 5—7 мм і куті заточування 25—40°. Після зносу до ширини менше 108 мм (перевіряють шаблоном) леміш відновлюють відтягуванням до нормального профілю з відхиленням по ширині не більше 5 мм, а по довжині — не більше 10 мм за рахунок металу тильного боку (магазина). Відтягування можна виконувати не більше 4 разів. Для цього леміш нагрівають у печах або на ковальському горні до температури 900—1200° по всій довжині і відтягують на пневматичному молоті. Поверхня відтягнутого лемеша має бути рівною, без тріщин. Відхилення його спинки від площинності допускається не більше 2 мм, випуклість робочої поверхні леза — до 4 мм.

Після відтягування леміш заточують із лицьового боку, потім нагрівають до 700—820 °С і гартують по всій довжині на ширину 20—45 мм у солоній воді при температурі 40 °С протягом 6 с з боку леза до твердості 444—650 *НВ*. Потім відпускають при нагріванні до 350 °С з охолодженням на повітрі. Ефективніше ізотермічне гартування, коли леміш нагрівають до 880—920 °С і охолоджують лезо до 350 °С протягом 3,0—3,5 с у підігрітій до 40 °С 10%-ній солоній воді. Після цього його охолоджують на повітрі.

Для підвищення стійкості проти зношування лезо лемеша роблять самозаточувальним (рис. 7.6), наплавляючи його тильний бік твердим сплавом. Перед наплавленням у лемеша відтягують смугу



7.5. Графік інтенсивності зношування лемешів на важких грунтах:
а — знос носка; *в* — знос прямолінійної частини леза (середньої); *F* — наробіток, га



7.6. Самозаточувальний леміш:
1 — смуга; 2 — спинка

шириною 25—30 мм з боку леза і ділянку шириною 55—65 мм біля носка долотоподібного лемеша. Товщина шару наплавлення повинна бути 1,4—2,0 мм. Наплавлення виконують ацетилено-кисневим полум'ям дротом ∅ 6 мм із сормайту № 1, електродами марки Т-590. Товщину наплавленого шару перевіряють шаблоном. Лезо вирівнюють на заточувальному станку і заточують з лицьового боку під кутом 25—35°.

При зносі до ширини менше 92 мм леміш відновлюють приварюванням смуги. Для цього попередньо готують смуги відповідних розмірів із вибракованих лемішів. Їх можна приварювати ковальським способом, газовим або електродуговим зварюванням. При ковальському зварюванні леміш і смугу з'єднують внапусток з перекриттям 30—40 мм. Леміш і смуга в зоні перекриття повинні мати випуклі поверхні. Після нагрівання до 1100—1200 °С на леміш і смугу насипають чистий річний пісок, який використовують як флюс і зварюють ковальським способом. Внаслідок випуклості поверхонь з'єднуваних частин шлак, що утворюється, легко витискається із зон перекриття. Смугу до лемеша починають приварювати із середньої частини.

Газовим або електродуговим зварюванням смугу приварюють звичайним способом після зняття на з'єднуваних деталях фасок під кутом 45°.

Відвали. У відвалів найінтенсивніше зношуються груди і польовий обріз. Форму зношеної робочої поверхні відвала перевіряють шаблоном. Допустиме відхилення від шаблона — не більше 6 мм.

Зношений польовий обріз відвала наплавляють послідовним

накладанням валиків електродами Т-590 або сплавом сормайт № 1 і заточують під кутом 45—50° до робочої поверхні.

У випадку сильного зносу носка зношену частину видаляють і замість неї приварюють заготовку відповідної форми, виготовлену із старого відвала за шаблоном, підганяючи її по місцю стика. Аналогічно діють у випадку обламування носка. Перед приварюванням заготовку термічно обробляють до твердості HRC 62—50. Для відведення тепла при зварюванні ділянки поряд зі швом обмазують розчином глини з азбестом, під шов ставлять підкладку із червоної міді товщиною 5 мм, а під підкладку — ганчірку, змочену водою. Після приварювання шов зачищають.

Польові дошки в основному зношуються з боку, повернутого до стінки борозни.

Зношені польові дошки використовують для подальшої роботи, перевертаючи їх на 180°. При цьому нові квадратні отвори пробивають у нагрітій деталі квадратним пробійником після попередньої розмітки, свердління і зенкування. Потім польову дошку піддають термообробці. Польові дошки з невеликим зносом наплавляють сормайтом № 1 і заточують.

Дискові ножі. Зминання леза ножа допускається не більше як у трьох місцях глибиною до 1,5—2,0 мм і довжиною до 15 мм, короблення диска — не більше 3 мм. Покороблені диски правлять на плиті у холодному стані. Заточують їх до товщини леза 0,5 мм на установці ОР-6112 для заточування дискових ножів і на пристроях до токарного станка різцями з пластинами із твердих сплавів Т15К6. Осьове і радіальне биття диска допускається не більше 3 мм.

Контроль складання. У робочому положенні у правильно складеному плузі леза лемешів, кінці польових дошок, п'ятка задньої польової дошки, борозне і заднє колеса мають лежати в одній площині. Відхилення від паралельності польових обрізів відвалів і лемешів допускаються тільки у бік борозни, але не більше 10 мм. Носки і п'ятки корпусів мають лежати на одній прямій з відхиленням не більше ±5 мм. Відстань між внутрішньою кромкою борозного колеса і п'яткою лемеша першого корпуса допускається 50±5 мм. Площина диска заднього колеса повинна мати нахил 6—10° від вертикалі у бік зорюваного поля. Просвіт між п'яткою лемеша або заднім обрізом польової дошки і площиною контрольної плити допускається до 10 мм. Розміщення носка лемеша вище п'ятки або польової дошки не допускається. Відвал і леміш мають щільно прилягати один до одного, а леміш — виступати над поверхнею відвала у місці стику не більш як на 1 мм. Зміщення заднього колеса від прямої, що проходить через польову кромку лемеша останнього корпуса, допускається не більше 5 мм.

Ремонт борін. Зношені і зігнуті зуби борін відтягують і правлять із нагріванням ковальським способом при різниці у їх дов-

жині не більше 10 мм. Робочу частину зуба закалюють, нагріваючи до 820—840 °С і охолоджують у теплій воді при температурі 30—35 °С. При складанні борони зуби встановлюють ребром за ходом, а зуби із смугової сталі — вузькою гранню за ходом.

Основними дефектами дисків борін є утворення тріщин біля квадратних отворів, знос останніх і затуплення лез. Затуплені диски борін заточують на установці для заточування дискових ножів, на пристрої до абразивно-шліфувального станка або проточують різцем на токарному станку. Проточують диски з вигнутого боку різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6, створюючи кут заточування 37° при товщині леза диска 0,3—0,5 мм.

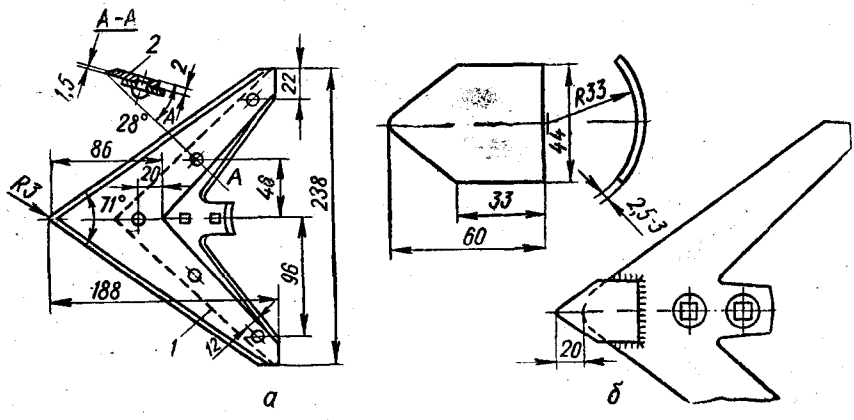
Тріщини біля квадратного отвору заварюють електрозварюванням з наступною обробкою. При зносі квадратних отворів до диска приварюють накладку з квадратним отвором, виготовлену ковальським способом із вибракуваного диска. При зварюванні на диск накладають мокрий азбест або розчин глини, щоб не порушити термообробку.

Для зменшення зносу отворів і зминання граней валів на кожну батарею дискової борони ставлять компенсуючу пружну шайбу.

У складеному підшипниковому комплекті батарей втулка має прокручуватися важелем довжиною 330 мм із зусиллям не більше 40 Н. Осьовий зазор у підшипниках допускається не більше 0,5 мм. У складеному дисковому знаряддя при перевірці на контрольній плиті просвіт дисків та їх осьове биття по діаметру допускається не більше 4 мм. Чистики встановлюють на відстані 2—4 мм від дисків.

Ремонт культиваторів. Основні можливі дефекти культиваторів — це затуплення лез робочих органів (стрілчастих лап, підгортачів тощо); спрацювання втулок, осей коліс, сальників, різьб на деталях, деталей механізмів підйому робочих органів і керування колесами, з'єднувального шарніра; перекіс і скручування деталей рами, грядилів.

Більшість робочих органів культиваторів (крім розпушувальних лап) — самозаточувальні, наплавлені твердими сплавами з тильного боку. Вони відновленню не підлягають. Розпушувальні лапи заточують зверху до товщини різальних кромок не більше 1 мм. Стрілчасті лапи відновлюють встановленням змінних лез на потайних заклепках або приварюванням накладки на носок (рис. 7.7а). Після встановлення змінну лапу нагрівають до 820 °С і загартовують у воді. Лапи із сталі 70Г загартовують у маслі. Накладку (рис. 7.7б) виготовляють із вибракуваних сегментів жаток і косарок або з дисків сошників сіялок. Після приварювання на виступаючу частину накладки з тильного боку наплавляють газовим зварюванням шар сормайту № 1 товщиною 0,7—1 мм, потім зачищають напливи і заточують лезо.



7.7. Відновлення лап культиватора:

а — встановленням змінних лез; 1 — вирівняне лезо; 2 — лезо-накладка; б — приварюванням накладки на носок

Стояки лап при відхиленні від площинності правлять у нагрітому стані. Потайні головки кріплення лап до стояків мають заглиблюватись на 1 мм. Стояки кріплять так, щоб носки лап при перевірці на плиті мали зазор не більше 1 мм, а кромки леза — 3 мм. Носок стрілчастої лапи може бути зменшений від вертикальної осі симетрії гряділя на ±3 мм.

Ремонт сівалок. *Висівні апарати.* До основних дефектів котушкових висівних апаратів відносяться: знос накладки, розетки і боковини, прогин вала, викришування рифів (ребер) котушок.

Зношену поверхню накладки наплавляють у середовищі вуглекислого газу до товщини 1,2—1,5 мм і калібрують. Якщо знос накладки перевищує допустимий, то із листового металу товщиною 1,2 мм і шириною 80 мм вирізають заготовку і за допомогою штампу виготовляють нову накладку. Так само відновлюють розетку і боковину апарата при їх товщині не менше 1 мм або виготовляють їх штампуванням із листової сталі товщиною 2—3 мм. Після відновлення зношених поверхонь складають боковину. Для цього встановлюють три заклепки в отвір боковини, ставлять накладку отворами на заклепки і розклепують. Прогин вала усувають холодним правленням на плиті. При викришуванні ребер котушку замінюють новою.

У корпусі може бути знос або зрив різьби, тріщини. Різьби калібрують або заварюють і нарізають різьби номінального розміру. Тріщини заклеюють клеями на основі полімерних матеріалів або заварюють відомими способами.

Дискові сошники. Диски зношуються по діаметру, затуплюються і деформуються. Зношуються деталі з'єднання диск — вкладиш

або підшипники, а також диск і гумовий ущільнювач. Знос дисків по діаметру і збільшення зазорів у підшипниковому вузлі призводить до утворення зазора у точці сходження дисків, який не повинен перевищувати 2 мм у момент прикладання зусилля стискання з протилежного боку. Перевищення зазора призводить до поверхневого загортання насіння.

Під час ремонту сошники дефектують складеними. У випадку короблення понад 3 мм і зазорі понад 2 мм у точці сходження дисків сошник розбирають.

Диски рихтують у холодному стані або ударами молотка на плиті чи установці, притискаючи їх до роликів або термофіксацією. В останньому випадку їх складають у пакет між двома паралельними плитами, навантажують і ставлять в електропіч, де нагрівають до 450—480 °С і витримують протягом 4—5 год. Потім диски заточують із зовнішнього боку різцем на товарному станку (затискають два диски) під кутом 20° до ширини фаски 6—8 мм і товщини леза 0,1—0,5 мм. Допускається зминання леза не більше як у трьох місцях глибиною і довжиною не більше 1,5 мм. Відремонтовані диски можуть бути одного з трьох ремонтних розмірів: перший — діаметром 342±2 мм, другий — 336±2, третій — 328±2 мм.

Згин насіннєнапрямника перевіряють шаблоном, і якщо він перевищує 5 мм, його правлять. У випадку зносу бокових поверхонь очисників більше 5 мм їх вибраковують.

Трубчасті сошники можуть мати затуплення лез, згин крила, лапи і стояка. Затуплені леза заточують. Лапу відтягують або наплавляють стійким проти зносу сплавом, як і лапу культиватора з тильного боку. Згин усувають правленням.

Лезо заточують із лицьового боку до товщини 0,4—0,5 мм при ширині фаски 7 мм. Лапу відновлюють відтягуванням на молоті до ширини леза 15±5 мм на всій довжині. Згин стояка усувають правленням на пристрої, нагріваючи місце згину газовим зварюванням до температури 800—1000 °С.

Після ремонту трубчасті сошники мають бути без вм'ятин на поверхні лійок. Відхилення кінця наральника від площини симетрії корпуса сошника не повинне перевищувати 4 мм. Передні і задні повідці сошників мають вільно повертатися в шарнірах на кут до 45° від горизонталі.

Насіннепроводи можуть мати зминання, розтягнуті і поламані витки. Їх правлять на конусній стальній оправці дерев'яним молотком. Розтягнуті насіннепроводи стискають до нормальної довжини, фіксують за допомогою дротяних гаків, нагрівають до 850 °С, потім у вертикальному положенні занурюють на 1—2 с у воду, підігріту до 50 °С і виконують самовідпускання охолодженням на повітрі до 200—300 °С і далі у воді. Під час розтягування насіннепроводів зусиллям до 40 Н не повинно бути залишкової деформації витків.

До несправностей гумових гофрованих насіннєпроводів відносяться розриви і розшарування трубки. У цьому випадку їх замінюють.

Для перевірки якості насіннєпроводу його скручують на 360° і згинають навпіл. Справний насіннєпровід після знімання навантаження повинен вернутися у початкове положення без слідів деформації.

Мундштуки насіннєпроводів з розривами вибраковують і виготовляють нові із листового заліза товщиною 1 мм.

Ремонт картоплесаджалок. У ложково-дисковому садильному апараті картоплесаджалок типу СКМ-6 у процесі роботи деформуються боковини ковша, диск, затискачі, важелі, пальці ворушилки, витки шнека, вали. Зустрічаються тріщини у зварних з'єднаннях і ложечках. Вказані несправності в основному визначають візуально і за допомогою шаблонів. Деформовані деталі правлять у холодному стані на чавунній плиті або за допомогою наставки і молотка.

Після правки деталі з обривами приварюють електродуговим зварюванням. Тріщини у чавунних ложечках заварюють електродом типу ЦЧ або біметалевим електродом.

Сошники можуть мати такі дефекти: знос поверхні крил сошника, нижньої передньої його частини, осей ротора; погнутість і розриви лопатей, відламування їх від маточин.

Зігнуті гряділі виправляють на накувальні, попередньо розігрівши до температури 900—950 °С. Стінки сошників із наскрізним зносом наплавляють електродами Т-590 і Т-620. Носок сошника при спрацюванні на 8—10 мм відтягують ковальським способом і наплавляють сормайтом № 1. При цьому носок нагрівають до 1000 °С і наплавляють на нього робочу поверхню газовим полум'ям шар сормайту товщиною 1 мм і шириною 15—20 мм. Потім заточують з тильного боку передню кромку леза під кутом 25—30° до товщини $1 \pm 0{,}2$ мм. Сошники з наскрізними зносами відновлюють приварюванням накладки товщиною 4 мм з відходів ресорної сталі, старих лемешів, дисків. Накладку приварюють внапуск електродом типу Э42.

Зім'яті лопаті ротора рихтують, розриви і місця відривів лопатей від маточини заварюють газовим зварюванням. Отвори у маточині ротора при зазорі понад 1 мм розвертають під вісь збільшеного діаметра.

Ремонт машин для внесення добрив і захисту рослин від хвороб і шкідників. До основних несправностей відносяться: деформації рам, тріщини і пошкодження зварних вузлів рам, бункерів; тріщини пробоїни стінок бункерів, резервуарів, вакуумних пристроїв; розрив і зминання сіток фільтрів; знос і порушення кроку ланцюгів обрив ланцюгів транспортерів; деформації скребків; знос і пошкодження шпонкових канавок цапф шнеків і деталей редук-

тора; тріщини корпуса редуктора; знос осей підшипників, маточин коліс; тріщини і обриви у місцях зварювання деталей кінців заборних шлангів, обриви шлангів, дефекти їх штуцерів і кріплень; корозія поверхонь листових виробів; пошкодження різьби.

Рами. Пошкоджені частини рами правлять на плиті або рейці. Для правлення скручених поздовжніх швелерів застосовують скоби, встановлені на місці скручування балки і за допомогою важеля і гідравлічного пристрою правлять балку. Тріщини швелерів сниці, які проходять через поперечний переріз, усувають зварюванням у середовищі вуглекислого газу і встановленням підсилюючої коробчастої накладки. Зруйновані місця зварювання відновлюють приварюванням косинок.

Транспортери. Ланцюги траспортерів натягують натяжним пристроєм і замірюють довжину 20 ланок у трьох місцях. Довжина 20 ланок повинна бути в межах 786—790 мм. Поламані та викришені ланки, а також ланки з послабленою посадкою замінюють. Послаблені кріплення скребків підтягують.

Шнеки. Зношену по ширині шпонкову канавку цапфи шнека фрезерують до ремонтного або до нормального розміру на новому місці. Погнуті кінці цапф правлять. Зношені шийки цапф під підшипники наплавляють і обробляють під нормальний розмір.

Редуктори. Тріщини в корпусі заварюють. Зношені гнізда під підшипники відновлюють залізненням або полімерними композиціями. Шийки валів під підшипники залізнять. Шестерні з викришуванням або дрібними тріщинами зубів вибраковують.

Колісні пари. Зношені осі наплавляють у середовищі вуглекислого газу і обробляють під нормальний або ремонтний розмір. У випадку зносу поверхонь отворів маточин коліс під підшипники маточину розточують, у гніздо запресовують втулку, яку розточують під розмір підшипника. Поверхню гальмівного барабана проточують, а в колодках замінюють накладки.

Бункер. Зварні шви з тріщинами зачищають урівень з основним металом і заварюють точковим зварюванням або зварюванням у середовищі вуглекислого газу. На пробиті стінки бункера ставлять і приварюють латки газовим зварюванням або електрозварюванням у середовищі вуглекислого газу.

Шланги. Тріщини і відриви в місцях зварювання деталей і шлангів усувають заварюванням у середовищі вуглекислого газу. У випадку наявності вм'ятин глибиною понад 3 мм у корпусі фільтра забірного шланга його розбирають і правлять. Розриви сітки усувають паянням. Шланги замінюють, якщо в них з'явились тріщини або розриви. Новий шланг з'єднують із штуцерами фільтра і муфтовим краном або штуцером патрубка комунікацій за допомогою хомутів.

Резервуари і вакуумні пристрої. Тріщини у місцях зварювань стінок і боковин резервуарів та вакуумних пристроїв заварюють

газовим зварюванням або електрозварюванням у середовищі вуглекислого газу. Патрубок зі зношеною і пошкодженою різьбою зрізають ножівкою і замість нього приварюють новий. Вм'ятини у корпусі резервуара правлять за допомогою дерев'яного молотка. Пошкоджену корозією внутрішню поверхню резервуара зачищають металевою щіткою і промивають ацетоном. Оброблену поверхню покривають хімічно стійкою емаллю. У випадку підтікання кранів у закритому положенні замінюють ущільнення або притирають кран. Отвори під вісь вакуумного пристрою заварюють, зачищають напливи і розсвердлюють.

8. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

8.1. ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

Рослинна маса, гній, корми, а також мікроклімат тваринницьких приміщень відносяться до сильних корозійно активних середовищ, тому робота певної групи деталей машин і обладнання тваринництва супроводжується корозійно-механічним зношуванням при терті по твердих мінеральних частинках, які містяться в атмосфері і перероблюваних транспортуємих матеріалах, у присутності органічних кислот, вологи, електролітів і газів.

Переривчаста робота машин і обладнання у тваринництві сприяє безперервному проходженню процесів утворення і руйнування поверхневих плівок і послаблених корозією поверхневих структур металу деталей, що також сприяє інтенсифікації процесу зношування.

Робочі органи машини і обладнання для тваринництва у корозійному середовищі піддаються великим навантаженням, які викликають швидке зношування і механічні напруженості в металах. Наявність механічних напруженостей, а значить і деформацій, активізує проходження фізико-хімічних процесів на поверхні металу, прискорює процеси утворення плівок вторинних структур, які мають меншу міцність, більшу крихкість і слабо зв'язані з основним металом. Все це призводить до значних зносів і великого обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт.

Оскільки обладнання тваринницьких ферм, як правило, має великі габаритні розміри і його складно транспортувати у ремонтні підприємства, найдоцільніше застосовувати агрегатний метод ремонту.

8.2. РЕМОНТ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ

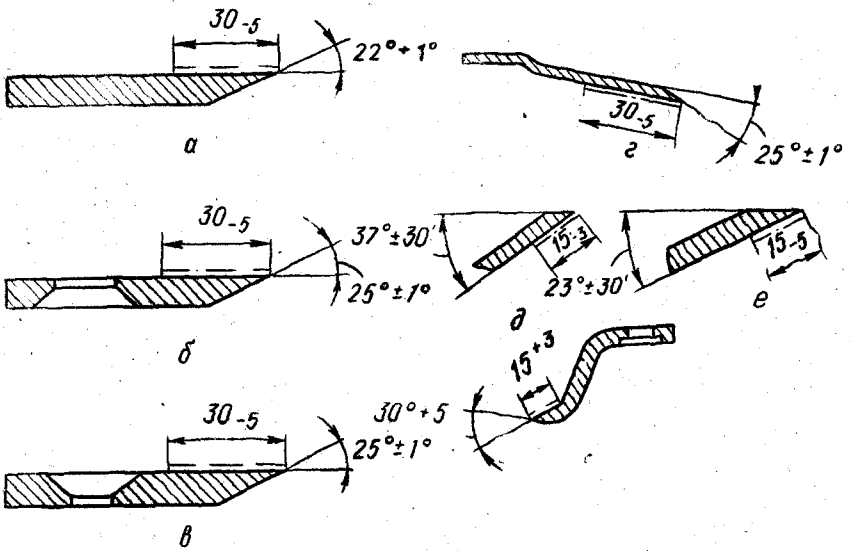
До машин для приготування кормів відносяться дробарки типу КДУ-2,0 і подрібнювачі кормів ИГК-30, «Волгарь-5», ИКС-5М.

У машинах для приготування кормів найінтенсивніше зношуються робочі органи: дробильні молотки, різальні і протирізальні пластини, ножі, решета, деки. Поверхні цих деталей зношуються нерівномірно.

Основним показником необхідності ремонту машини є зниження продуктивності. Наприклад, молоткові дробарки ремонтують при зниженні продуктивності на 30—40 %, подрібнювачі кормів — на 20 %.

Ремонт машин для приготування кормів передбачає відновлення різальних органів заточуванням на універсально-заточувальному станку типу ТА-255 з використанням спеціальних пристроїв. Для компенсації значних зносів застосовують ковальське відтягування або наплавлення під шаром флюсу дротом Св-08. Доцільно також наплавляти шар твердого сплаву типу Сормайт № 1 для створення умови самозаточування (рис. 8.1).

Під час складання машин контролюють зазори між робочими органами, оскільки при усуненні деформацій і відновленні зварних швів можливі зміни у просторовому розміщенні окремих елементів машини.



8.1. Кути заточування і ширина наплавленого шару ножів у різних машин для подрібнення кормів:

а — універсальна кормодробарка; б, в — соломосилосорізка; г, д — подрібнювачі коренеплодів; е — агрегат для приготування кормів; ж — подрібнювач «Волгарь-5,0»

Частини машин, що обертаються, після складання статично балансують. У складеному вигляді машини обкатують на холостому ходу не менше 30 хв і під навантаженням 45—50 хв.

8.3. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАШИННОГО ДОЇННЯ, ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ І ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

Перед ремонтом все обладнання для машинного доїння промивають і дезинфікують миючими розчинами синтетичних порошків А, Б і В, сульфоналу, кальцинованої соди або засобів «Детергент», «Дезмол» чи «Тріас-1». Дезинфекцію виконують розчинами хлорного вапна, хлораміну або гідрохлориду кальцію.

Ремонт обладнання для машинного доїння. Основні несправності доїльних установок виникають у вакуумних насосів, вакуум-проводах, молокопроводах та доїльних апаратах.

Ремонт ротаційних вакуумних насосів. У випадку зниження продуктивності на 25 % вакуумні насоси відправляють у ремонт. Продуктивність насоса визначають на місці експлуатації із застосуванням спеціальних індикатора КИ-4840 або приладу КИ-1413.

Основними дефектами вакуумних насосів є знос циліндричних поверхонь ротора і корпуса, бокових поверхонь лопаток і стінок пазів ротора.

На корпусі вакуумного насоса обробляють внутрішню робочу і торцеві поверхні. Внутрішню поверхню розточують з наступним хонінгуванням до виведення слідів зносу. Знос торцевих поверхонь корпуса усувають проточуванням і шліфуванням до відповідного стандартного ремонтного розміру відповідно на токарному і круглошліфувальному верстатах.

Зношені торцеві поверхні ротора шліфують під найближчий стандартний ремонтний розмір на круглошліфувальному станку. Зношені по довжині лопатки термообробляють у маслі і фрезерують під стандартний ремонтний розмір.

Решту зношених поверхонь корпуса і ротора відновлюють за технологіями відповідних типових деталей (див. розділ 4).

У кришках насоса шліфують внутрішні торцеві поверхні для усунення слідів зносу на плоскошліфувальних станках.

Ремонт вакуум-проводів і молокопроводів виконують при порушенні герметичності, яку визначають індикаторами КИ-4840. При цьому пошкодженні ділянки труб замінюють, тріщини і пошкодження зварних швів у трубах, корпусах, каркасах і кришках заварюють електрозварюванням. Відремонтовані вакуумні магістралі випробують на герметичність опресовуванням водою під тиском 0,15 МПа з наступною перевіркою вакуумом. Молочні лінії перевіряють на герметичність при вакуумі 56,5 кПа, який не повинен знижуватися протягом 5 хв більш як на 14,6 кПа.

Ремонт доїльних апаратів. Основними дефектами доїльних апаратів є втрата початкових властивостей соскової гуми доїльних стаканів, тріщини і пробоїни доїльного відра і деформація бокової та торцевої поверхонь горловини відра.

Соскову гуму у випадку втрати пружності піддають відпочинку протягом місяця. При зусиллі 60 Н довжина гуми має становити 155±2 мм. Якщо вона більша, то гуму обрізають. Для одного доїльного апарата гуму підбирають одинакової жорсткості. Тріщини і пробоїни доїльного відра і на стакані заварюють газовим зварюванням, застосовуючи алюмінієвий присадний дріт і безлітієвий флюс, або напівавтоматичним зварюванням у середовищі аргону. Порушення геометричної форми поверхонь горловини відра усувають правленням з наступним зачищенням поверхні наждачною шкуркою. Складений доїльний апарат перевіряють у роботі під вакуумом, після чого дезинфікують.

Ремонт обладнання для первинної обробки молока. Характерними несправностями холодильних установок є втрата герметичності (протікання хладону і масла), забрудненість внутрішніх поверхонь трубопроводів і складальних одиниць, знос деталей компресора, порушення регулювань і поломка приборів автоматики. Протікання хладону виявляють галоїдними, спиртовими, пропановими, бензиновими лампами або полімерними індикаторами. Робота ламп грунтується на властивості хладону розкладатися при температурі 600—700 °С з утворенням хлористого і фтористого водню, які у присутності розкаленої міді фарбують полум'я у зелений колір, а якщо хладону багато, то полум'я має яскраво-блакитний колір.

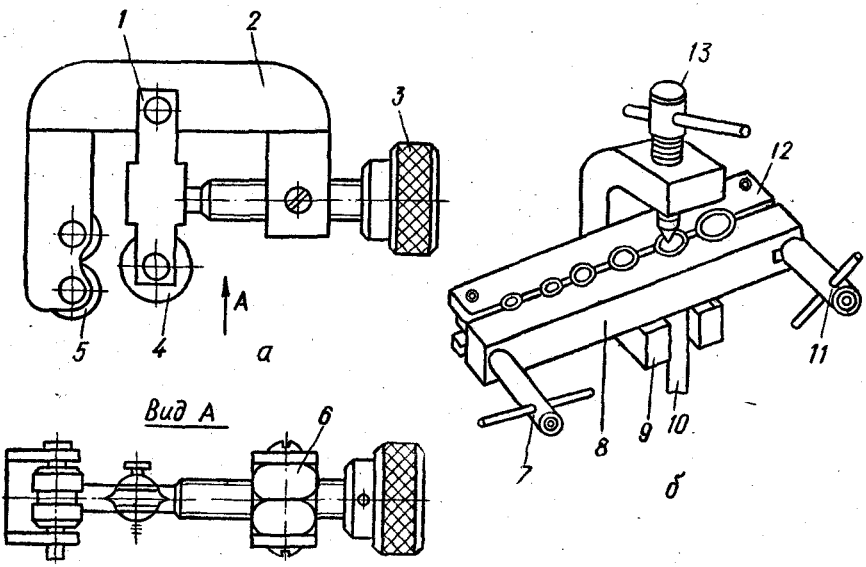
Усунення негерметичності з'єднань виконують їх підтягуванням. При наявності негерметичності у місцях з'єднання мідних трубок із штуцерами, яка не усувається підтягуванням, їх від'єднують, відрізають і розвальцьовують пристроями, які входять до комплекту ПТ-3099А (рис. 8.2).

Після усунення негерметичності із системи відкачують хладон, випробують її тиском газу, вакуумують, підключаючи вакуумний насос, і витримують під тиском 0,5 МПа протягом 0,5 год та заправляють хладоном.

Ремонт компресора виконують при зниженні холодопродуктивності на 20 % і більше від номінальної або за його технічним станом. Визначення технічного стану і обкатку компресора проводять на спеціальному стенді типу 8765.

У випадку зносу робочої поверхні циліндрів блока до 2 мм, її відновлюють електролітичним залізненням з наступним пористим хромуванням і механічною обробкою до розміру за робочим кресленням.

У випадку з'явлення раковин і зносу дзеркала циліндрів понад 2 мм циліндри відновлюють встановленням вставок з пружинної



8.2. Труборіз (а) і пристрій ПТ-265.10 для розвальцьовування трубок (б):
1 — повідок; 2 — корпус; 3 — гвинт; 4 — ролик; 5 — ніж; 6 — гайка; 7, 11, 13 — гвинти; 8, 12 — планки; 9 — скоба; 10 — розвальцьована трубка

стрічки з наступним хонінгуванням до розміру за робочим кресленням.

Шатунні шийки колінчастих валів шліфують до одного із стандартних ремонтних розмірів, а корінні наплавляють у середовищі вуглекислого газу з наступною обробкою до розміру за робочими кресленням.

Нижню головку стальних шатунів відновлюють її розточуваннями і заливанням бабітом марки Б83 або Б88 з наступною механічною обробкою. Зношені площини прилягання клапанів усувають притиранням за допомогою корундового порошку.

Складений компресор обкатують протягом 60 хв із застосуванням масла ХФ12-16 на повітрі без хладону при тиску не більше 0,2 МПа. Кожний обкатаний компресор перевіряють на об'ємну продуктивність і щільність всмоктувальних і *папірних клапанів*.

Ремонт обладнання для переробки молока. Характерними дефектами обладнання для переробки (на прикладі охолодника-очисника ОМ-1А) є: знос фрикційних накладок гумових кілець ущільнення кришки барабана і напірного пристрою у кришці молокоочисника підшипників і деталей черв'ячної передачі і муфти; задирки на конусній поверхні вертикального вала привода; пошкодження шару полуди на корпусі барабана; деформація тарілок барабанів; руйнування прокладок; порушення балансування барабана.

Під час ремонту обладнання для переробки молока замінюють пошкоджені гумові кільця, пружини, підшипники і фрикційні накладки. Ущільнення відновлюють приклеюванням нової прокладки термопреновим клеєм. Деформацію тарілок барабана виправляють на конусній оправці. До ослабленого пакету тарілок додають 1—2 тарілки. Полуду на корпусі барабана обновлюють лудженням чистим харчовим оловом 01. Барабан балансують динамічно.

8.4. РЕМОНТ ТРАНСПОРТЕРІВ

У тваринництві для виконання різних механізованих робіт застосовують транспортери: скребкові, стрічкові, стрічково-ковшові, тросово-шайбові, канатні тощо.

Для всіх транспортерів загальним показником їх сроку служби є довговічність деталей тягових органів (ланцюгів, тросів, стрічок). тощо).

Деталі тягових органів періодично дотикаються до транспортуємих матеріалів (корозійного середовища з включеннями абразиву) і піддаються великим навантаженням. Наприклад, у пластинчастих скребкових транспортерах питомий тиск у шарнірах ланцюгів досягає 220 МПа.

Всі транспортери, які застосовують у тваринництві, мають великі габаритні розміри і нетранспортабельні, тому для їх ремонту необхідно використовувати агрегатний метод ремонту.

Ремонт скребкових транспортерів передбачає виконання трудомістких операцій по відновленню ланцюгів, основна несправність яких — подовження. Воно призводить до «набігання» ланок ланцюга на зірочку, поломки зубів, розриву ланцюга. Подовження виникає через нерівномірний знос отворів планок (вздовж планки) і з'єднувальних осей.

Існує кілька способів ремонту ланцюгів: спосіб ремонтних розмірів зі збільшенням кроку ланцюга і заміни зірочок; пластичне деформування планок по довжині з попереднім згином, підігріванням і пробиванням отворів; пластичне деформування без підігрівання з наступним згином планок і прорубуванням отворів; відновлення планок пластичним деформуванням тощо.

Із всіх способів ремонту ланцюгів найекономніший і технологічно вигідний спосіб пластичного деформування планок у нагрітому стані. Зношені осі при цьому замінюють новими, а планки відновлюють в одну технологічну операцію до розмірів за робочим кресленням.

Ремонт канатних транспортерів. Основним параметром, який визначає момент вибракування канатних транспортерів, є знос або корозія понад 60 % від початкового діаметра дротин канату або обрив трьох пасм на одному кроці сукання. Деталі канатних транспортерів, як правило, не ремонтують а замінюють новими.

Ремонт стрічкових транспортерів. У стрічкових ковшових транспортерах основними дефектами є випуклості, зрив гуми, обрив ниток і розшарування. При наявності вказаних дефектів по всій довжині пас вибраковують, а на окремих ділянках — ремонтують заміною дефектної частини. У цьому випадку не повинно бути більше трьох з'єднань по всій довжині паса.

Ремонт шнекових транспортерів. У шнекових транспортерах шнеки замінюють і ремонтують при виявленні згинів і зламів валів, деформації витків і спіралі, руйнуванні зварних швів.

Операції з ремонту шнеків виконують на окремих верстатах або підставках, які дозволяють виконувати рихтувальні і зварні роботи.

Типові вузли і деталі транспортерів ремонтують за технологією відповідних типових деталей (див. розділ 4).

Після складання транспортер випробують вручну. Обкатують його протягом 0,5 год на холостому ходу, прослуховуючи роботу всіх вузлів, і 1 год під навантаженням, упевнюючись у відсутності втрат транспортуємих матеріалів.

8.5. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ВІВЦЕФЕРМ

Найтрудомісткішою операцією на вівцефермах є стрижка овець. Її виконують стригальними машинами, які можуть мати такі дефекти знос ножа і гребінки різального апарата, підп'ятника і паза важеля, шийки ексцентрика і ролика, шийки передаточного вала і втулки внутрішнього і зовнішніх кожухів, приводних шестерень, упорного стержня і підп'ятника, деформація важеля, а у машинок з механічним приводом — пошкодження осердя і панцира приводного вала.

Деталі розібраної стригальної машинки промивають у гасі або в 5% ному содовому розчині з наступним протиранням насухо.

Ніж і гребінку з тріщинами замінюють новими. Затуплені гребінку і ніж заточують на точильних апаратах типу ТА-1, попередньо визначивши торцеве биття диску точильного апарата (не більше 0,3 мм) і спотворення його геометричної форми. Вказані дефекти диска усувають проточуванням. Після заточування різальні кромки ножа і гребінки не повинні мати заусениць, просвіт між робочою поверхнею і лекальною лінійкою — не перевищувати 0,05 мм. Загострені кінці лез гребінки затуплюють на наждачному камені.

Зношений паз важеля розвертають під ремонтний розмір. Деформований важіль правлять за шаблоном. Зношені вусики натискних лапок видаляють з наступним встановленням і кріпленням зварюванням нових. Перекіс кріплення гребінки понад 0,01 мм усувають шліфуванням. Зношені палець і ролик кривошипа замінюють новими.

Пошкоджені місця панцира гнучкого вала відрізають, надіваючи на пошкоджене місце трубку і припаюючи її до панцира. Обірвані кінці осердя пропаюють на довжину 30—35 мм, а потім з'єднують розрізною мідною втулкою, обтискають і припаюють до неї.

Механізми відремонтованих машинок мають рухатися плавно, без заїдань і стуків. Різальні кромки сегментів ножа у крайніх мертвих точках не повинні виходити за межі гребінки. Поздовжній люфт передаточного валика і валика ексцентрика допускається не більше 0,4 мм.

8.6. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ПТАХОФЕРМ ТА ІНКУБАТОРІВ

Обладнання птахоферм та інкубаторів у період експлуатації не рідше одного разу на рік піддають діагностичному контролю з метою визначення (оцінки) його технічного стану. Діагностування виконують на місці його встановлення із застосуванням спеціалізованої ремонтно-діагностичної майстерні. При цьому контролюють натяг і стан пасів і ланцюгів, герметичність лінії роздавання кормів і водопроводу та інші робочі процеси.

Ремонтують обладнання у дні планових зупинок у профілактичні періоди відповідно до графіків і норм тривалості ремонтного циклу та ремонтних періодів для кожного виду птахівничого обладнання.

Найкращим методом ремонту обладнання птахоферм та інкубаторів є агрегатний, за яким несправні узли замінюють новими або попередньо відремонтованими. У випадку відсутності обмінного фонду ремонт обладнання проводять індивідуальним методом.

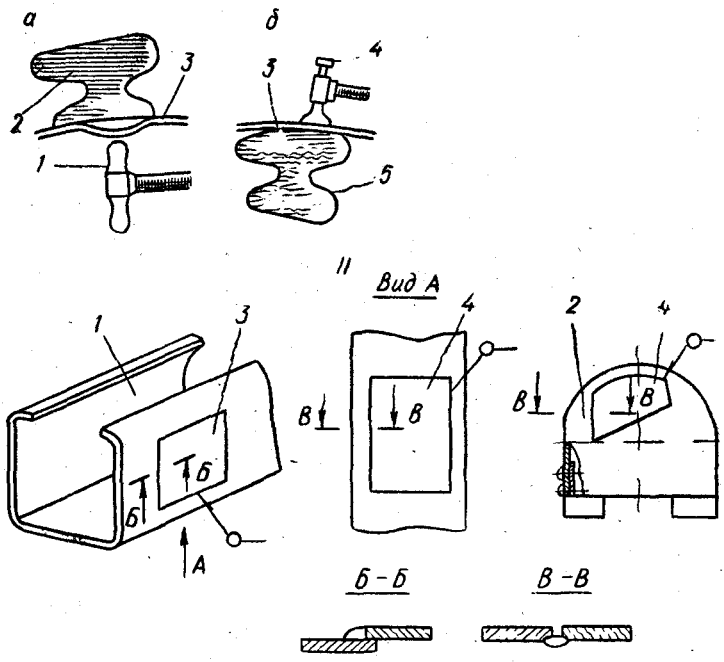
Ремонт лінії гнізд. Під час ремонту лінії гнізд виконують такі операції: часткове розбирання і складання гнізд з метою заміни дефектних деталей; правлення деформованих ділянок мережі; заварювання тріщин і розрив зварювальних з'єднань тощо.

Розбирають лінію гнізд у випадку заміни деталей, які не підлягають відновленню.

Ремонт системи водозабезпечення. У системі водозабезпечення основними несправностями є: підтікання води у з'єднаннях, пробоїни днища напувалок, порушення роботи запірного вентиля і водорегулювального бачка.

Мікрочашкові напувалки, з'єднувальні елементи (кільця, шланги, муфти), водовідні труби, ущільнення з дефектами не ремонтують, а замінюють новими.

Порушення роботи запірного вентиля в основному виникає у випадку руйнування ущільнень, з'явлення значних відкладень на золотнику чи шпинделі або зривання різьби шпинделя. Відкладання солей на деталях запірного вентиля видаляють хімічним або



8.3. Схеми усунення несправностей у тонкостінних деталях:
I — вм'ятин виколоткою (а) і рихтуванням (б); 1, 4 — молотки; 2, 5 — підтримки; 3 — деталь; II — наскрізних отворів у жолобі; 1 — жолоб; 2 — корпус поворотної станції; 3, 4 — вставки

механічним способом. Механічний спосіб трудомісткий, але технологічніший.

Шпиндель запірного вентиля вибраковують при зриванні більше однієї нитки різьби.

Основними дефектами водорегулювального бачка є засмічення клапана поплавкового механізму, прориви, пробоїни сітки фільтра, пошкодження поплавка.

Засмічений отвір корпуса прочищають м'яким дротом і промивають. Деталі водорегулювального бачка, які мають пошкодження, ремонту не підлягають, їх замінюють новими.

Ремонт механізму яйцезбирання, лінії завантаження і роздавання кормів. У вузлах механізму яйцезбирання і лінії завантаження та роздавання кормів бувають такі несправності: вм'ятини, короблення і розриви тонкостінних поверхонь, руйнування зварних швів. Вм'ятини і короблення усувають рихтуванням за допомогою спеціальних наставок і молотків. Дефектні поверхні, які не піддаються рихтуванню, ремонтують встановленням латок або вставок. (рис. 8.3).

Ремонт інкубаторів виконують у випадку з'явлення перекосів каркаса термостатної коробки, порушення температурного режиму і вологості повітря.

Ремонт вентиляційно-опалювальних систем інкубаторів подібний ремонту вузлів вентиляторів загального призначення, теплогенераторів, котлів-перетворювачів.

Відремонтоване обладнання обкатують, дезинфікують і фарбують. Спочатку роботу системи контролюють провертанням вручну за приводні механізми. Потім перевіряють надійність спрацьовування кінцевих вимикачів і блоків вимикачів ланцюга. Короткочасним вмиканням електродвигунів впевнюються в правильному їх фазуванні, обкатують систему протягом 1 год без навантаження, а потім перевіряють під навантаженням.

Після перевірки і налагодження обладнання дезинфікують 3%-ним гарячим розчином формаліну за допомогою спеціальної установки типу ДУК-1. Через 24 год виконують аерозольну дезинфекцію формаліном, потім фарбують емаллю ПФ-133.

8.7. РЕМОНТ ВОДОПРОВІДНОГО ТА ВОДОНАПІРНОГО ОБЛАДНАННЯ, ВОДОНАПІРНИХ БАКІВ І БАШТ

Несправності водопровідного обладнання, баків і башт, а також незначні дефекти водонапірного обладнання усувають на місцях їх встановлення.

Капітальний ремонт водонапірного обладнання, автоматики, трубопровідної арматури, водозабірних пристроїв виконують на ремонтних підприємствах або в майстернях господарств. При цьому найдоцільніший метод ремонту — агрегатний.

Ремонт водопровідного обладнання. Водопровідне обладнання, як правило, ремонтують у випадку з'явлення негерметичності внаслідок розриву зварних швів і з'єднання, тріщин і наскрізних проржавлень у стальних трубах, пошкодження стиків чавунних, азбоцементних, поліетиленових та інших труб, несправності водозапірної арматури.

Незначні пошкодження стальних трубопроводів усувають ручним зварюванням, встановленням хомутів і накладок. Дефекти із значними розмірами усувають заміною ділянки трубопроводу.

У випадку заміни пошкодженої частини трубопроводу окремі частини з'єднують за допомогою фланців або зварюванням.

Фланцеве з'єднання трудомісткіше, але зручне при капітальному ремонті трубопроводів. Зварні з'єднання труб дешевші і майже не потребують підготовчих операцій.

Відремонтовані трубопроводи випробовують на окремих ділянках (800—1000 м), створюючи тиск, який перевищує робочий на 0,5 МПа у чавунних трубах, у стальних — на 1 МПа, в азбоцементних та інших — на 0,3 МПа.

Після випробування водопровідну мережу дезинфікують 0,1—0,2%-ним розчином хлорного вапна і промивають водою до видалення запахів.

Ремонт водозапірної арматури. У водозапірній арматурі у процесі експлуатації можуть з'являтися такі дефекти: тріщини і знос рухомих частин, зрив різьби, знос і пошкодження сальникових ущільнень і ущільнюваних поверхонь. Сальники і сальникові ущільнення, як правило, замінюють, решту дефектів усувають за технологією, розглянутою у розділі 3.

Ремонт агрегатів і насосів водозабезпечення. У тваринництві для водозабезпечення використовують електронасосні відцентрові свердловинні агрегати і відцентрові консольні насоси для води типу К і КМ.

У випадку зниження подачі води на 25 %, виході із ладу обмотки електродвигуна, осьовому зазорі, який перевищує допустимий, агрегат і насоси ремонтують.

Загальна схема ремонту може бути складена подібно схемі ремонту будь-яких агрегатів і вузлів машин: зовнішня очистка, розбирання, миття тощо.

Особливістю ремонту агрегатів і насосів для водозабезпечення є підвищений обсяг очисних робіт по видаленню іржі травленням розчинами сірчаної кислоти концентрацією до 200 г/л або пастами. Для сповільнення реакції металу з кислотою у розчин додають (до 5 г/л) інгібітори (етиленамін, тіогліколь тощо).

Під час дефектації деталей насосів застосовують стандартний інструмент і прилади

До основних дефектів деталей насосів відносяться знос сальників і сальникових ущільнень, тріщини корпусних деталей, знос посадочних поверхонь, шпонкових пазів, знос або зривання різьби, згин валів.

Сальникові ущільнення і деталі, виготовлені з полімерних матеріалів, не відновлюють, а замінюють.

Дефекти деталей, перераховані вище, усувають за технологією, розглянутою у розділах 3 і 4.

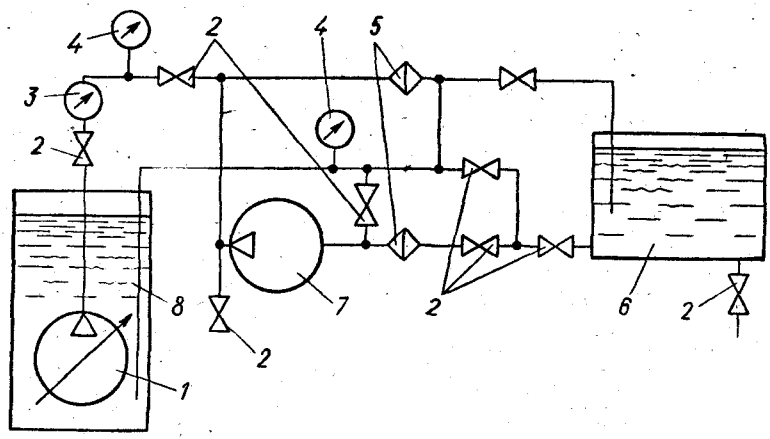
Для складання агрегатів і насосів використовують спеціальні стенди і верстати типу 8781 і 8791, які забезпечують центрування електродвигуна з насосом. Насос до з'єднання з електродвигуном перевіряють на герметичність.

Складений насос з електродвигуном обкатують і випробовують (рис. 8.4) не менше 30 хв у номінальному режимі.

Під час випробування перевіряють напір і подачу в робочій області (не менше, як у трьох точках: мінімальній, номінальній і максимальній).

Подачу розраховують за формулою:

$$Q = \frac{V}{t}, \qquad (8.1)$$



8.4. Принципіальна схема стенда для обкатки і випробування агрегатів:
1 — агрегат; 2 — вентилі; 3 — витратомір; 4 — манометри; 5 — фільтри; 6 — мірний бак; 7 — насос; 8 — місткість для встановлення агрегату

де V — об'єм води, яку перекачують у мірний бак, м^3; t — час заповнення мірного бака, год.

Ремонт водонапірних баків і башт. Водонапірні баки і башти виготовляють з металу. Вони являють собою зварні з'єднання. У процесі експлуатації в баках і баштах можуть руйнуватися зварні шви, з'являтися тріщини, випуклості, корозійні руйнування, пробоїни.

Невеликі наскрізні корозійні руйнування усувають встановленням накладок або заміною ділянки новою. При цьому, як і для заварювання тріщин та зварних швів, застосовують електролугове зварювання постійним струмом і електродами підвищеної якості.

Пробоїни ремонтують встановленням накладок на заклепках.

Випуклості для запобігання наклепу, правлять при нагріванні їх газовим полум'ям до світло-чорного кольору.

Після ремонту бак піддають гідравлічним випробуванням, дезинфекції 0,1—0,2%-ним розчином хлорного вапна, промиванню, фарбуванню зовні свинцевим суриком у два шари.

8.8. РЕМОНТ СИСТЕМ КАНАЛІЗАЦІЇ, ВЕНТИЛЯЦІЇ І ОПАЛЕННЯ

Під час експлуатації систем каналізації, вентиляції і опалення можуть виникати випадкові та раптові відкази, а також несправності від зносу, старіння і корозій. Випадкові і раптові відкази і несправності усувають відразу ж після їх з'явлення, решту — періодично у плановому порядку залежно від технічного стану обладнання і часу використання.

Ремонт системи каналізації. Технологічний процес ремонту передбачає промивання трапів, каналізаційних і колекторних труб, очистку сифонів, санітарних приладів і вентиляційних стояків від бруду і нашарувань, заміну пошкоджених фасонних частин і різьбових з'єднань, усунення пошкоджених труб з наступною перевіркою їх герметичності і відновлення порушених стикових з'єднань.

Систему каналізації промивають водопровідною водою до повного видалення осаду в трубах і арматурі під напором 0,03 МПа, після чого візуально перевіряють лінійність каналізаційних труб на ділянці між оглядовими колодязями.

Порушені стикові з'єднання розтрубів чавунних труб ремонтують шляхом вирубання ущільнення з наступним зароблюванням стику. Тріщини і свищі у чавунних трубах заварюють електрозварюванням. Крім того, тріщини у чавунних трубах і фасонних частинах, сифонах і санітарних приладах заробляють сполуками на основі епоксидних смол. Пошкоджені керамічні і азбоцементні труби замінюють новими.

Ремонт системи вентиляції. Технологічний процес ремонту передбачає очистку від пилу та бруду обладнання вентиляційної камери і повітроводу, перевірку надійності кріплення і технічного стану електродвигунів, вентиляторів і калориферів, усунення нещільностей у з'єднаннях повітроводу і заміну фасонних частин та ділянок вентиляційних труб, пошкоджених корозією і сильно деформованих.

Пошкоджені складні деталі повітроводів замінюють новими, виготовленими у спеціалізованих майстернях. Прості секції повітроводів виготовляють з оцинкованого заліза на місці їх експлуатації за шаблонами. Потім їх грунтують і фарбують стійкою проти кислоти фарбою.

Ремонт вентиляторів і калориферів виконують за загальноприйнятною технологією.

Ремонт системи опалення виконують у випадку просочування повітря і пари в паротрубопроводах, нагрівних приладах, конденсаційних пристроях і дефектів запірної арматури. Дефекти виявляють зовнішнім оглядом і гідравлічним випробуванням під тиском води 0,2 МПа.

Нещільності у з'єднаннях труб, нагрівних приладах і запірно-регулювальній арматурі усувають заміною ущільнювачів. За допомогою газового або електродугового зварювання усувають дефекти трубопроводів котельних, паропроводів і батарей із гладеньких труб (регістрів).

Несправні нагрівні прилади замінюють новими. Замінюючи регістри, не слід змінювати проектне положення установки. Під час ремонту системи опалення перевіряють стан компенсаторів і роботоздатність коткових і ковзних опор паропроводів. Крім того, паропровід повинен мати нахил у бік руху пари, не мати порушень

лінійності, що дозволяє уникнути нагромадженню бруду конденсату і гідродинамічних ударів.

Ремонт теплогенераторів в основному виконують на місці встановлення. Якщо це неможливо, то агрегати і вузли здають у капітальний ремонт на спеціалізоване підприємство.

Нагар з електродів видаляють і встановлюють номінальний зазор 3—3,5 мм. Проводи з поганою ізоляцією і несправні свічки замінюють, у випадку відказу електромагніту перевіряють електропроводку. Паливна система теплогенераторів може мати вм'ятини і згини паливопроводів, тріщини у з'єднаннях, втрату пружності пружин клапанів, знос шестерень паливного насоса, тріщини і обломи кріплення паливного насоса, закоксовування соплових отворів розпилювача і нагар на форсунці.

Паливопроводи промивають і продувають стиснутим повітрям, перевіряючи герметичність у ванні з водою. Пошкоджені місця заварюють латунню газовим зварюванням. Переламаний паливопровід відновлюють з'єднувальною муфтою. Зношені кінці паливопроводу обрізають і розвальцьовують.

Пошкоджені і зношені деталі паливного насоса замінюють. Насос після ремонту випробовують на спеціальному стенді. Клапани (редукційний, перепускний і відсічний) випробовують на тиск спрацьовування.

Сліди бруду і нагару на форсунці не допускаються. Закоксовані соплові отвори розпилювача прочищають голкою. Кут розпилу палива має становити 75—85° при тиску 1,6 МПа.

Тріщини і раковини у корпусі форсунки заварюють електрозварюванням.

Корпус, теплообмінник, вентилятор, робоче колесо і завихрювач теплогенератора можуть мати тріщини у зварних швах, вм'ятини, послаблення заклепочних з'єднань, погнутість, знос або зривання різьби. Їх усувають типовими технологічними способами (розділ 3). Робочі колеса вентиляторів після ремонту статично балансують (дисбаланс не більше 0,006 Н·м) і випробовують на міцність при частоті обертання 1650 хв$^{-1}$ протягом 15 хв.

Відремонтовані і складені теплогенератори обкатують протягом 20 хв з одночасним регулюванням повітропродуктивності і тиску палива у режимі «Малий вогонь» і «Великий вогонь».

8.9. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГАРЯЧОЇ ВОДИ І ПАРИ

На тваринницьких фермах застосовують котли типу КВ, «Універсал», «Енергія», «Мінськ» і ДКВР, пароутворювачі типу КТ, котли-пароутворювачі Д-721А і водоелектронагрівники типу ВЭТ.

Ремонт котлів, пароутворювачів і водоелектронагрівників доцільно виконувати у спеціалізованих цехах і майстернях. Для ре-

монту на місці встановлення обладнання працівники ремонтної бригади повинні мати дозвіл на ремонт котлів і обладнання, які працюють під тиском.

Важливою частиною технологічного процесу ремонту обладнання для отримання гарячої води і пари є очистка від накипу.

Очистку обладнання від накипу виконують хімічними і механічними способами (рис. 8.5а). Найпоширенішим способом хімічної очистки котлів є очистка розчином соляної кислоти, рідше використовують розчини фосфорної і хромової кислот. Максимально допустима концентрація розчинів при кислотній очистці соляною кислотою — 6 %, фосфорною — 7 %. Для зниження корозії при кислотній очистці застосовують сповільнювачі (інгібітори). Тривалість кислотної очистки при максимально допустимій температурі розчину 70° не повинна перевищувати 8 год. Після хімічної очистки котел промивають чистою водою і 1—2%-ним розчином каустичної соди.

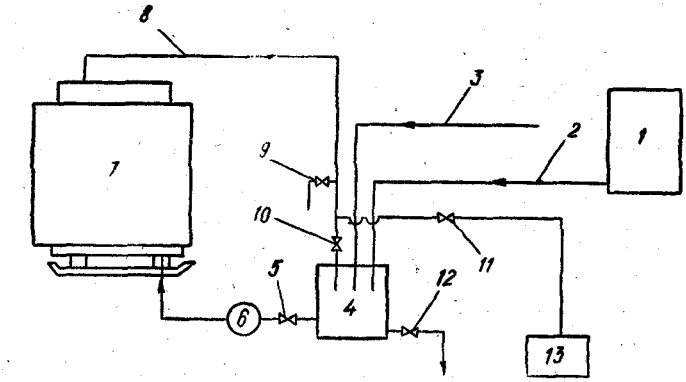
Механічну очистку виконують за допомогою пристроїв з електро- або пневмоприводом (рис. 8.5 б). Від пухких відкладень котли очищають металевими щітками, від твердих — головками. Еліпсоїдні головки (рис. 8.5 в) застосовують для попередньої очистки сильно забруднених труб. Кінцеву очистку виконують головками розкидного типу (рис. 8.5 г).

У випадку сильного корозійного пошкодження і тріщин труб та внутрішніх поверхонь котла, а також нерівномірного відкладення накипу котел очищають тільки механічним способом.

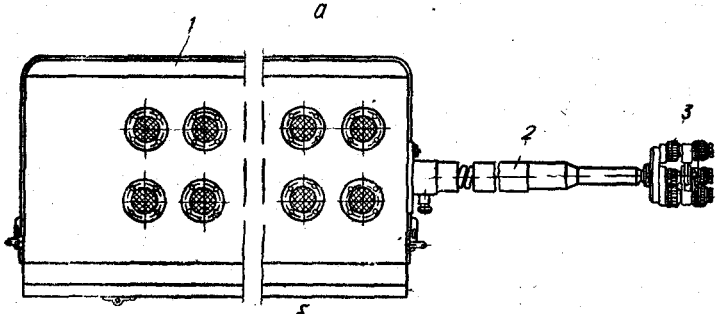
Ремонт котлів і пароутворювачів. Характерними несправностями котлів і пароутворювачів є порушення у місцях зварювання: прогорання і тріщини колосникової решітки; тріщини у топкових і попільних дверцятах; тріщини, прогорання і корозійне руйнування димової камери і труб; пошкодження та знос деталей насоса і несправності приладів системи автоматики.

У випадку порушення швів у місцях зварювання шов зрубують і заварюють. Прогорівші колосникові решітки і відбивачі замінюють новими. Тріщини у топкових і попільних дверцятах та на корпусі живильного насоса заварюють електрозварюванням методом відпалювальних валиків. Тріщини у стінах котлів заварюють. До прогорівших стінок камери приварюють латки. Прогорілі або корозійно зруйновані циліндричні частини димової коробки посилюють накладками з внутрішнього боку. Прогорілі труби замінюють новими. Пошкоджені водогрійні труби ремонтують, вварюючи в них труби меншого діаметра. Випуклості і вм'ятини на стінках камери, димовій коробці і жарових трубах правлять.

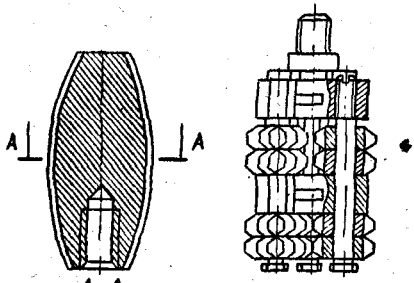
Знос і риски на робочих поверхнях запобіжних клапанів, вентилів і клапанів живильного насоса, а також їх гнізд усувають механічною обробкою (шліфуванням, протягуванням або фрезеруванням) з наступним притиранням спряжених деталей абразивни-



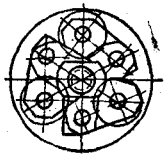
а



б



в



г

8.5. Способи очистки обладнання від накипу:

а — схема хімічної очистки котлів з примусовою циркуляцією розчину; 1 — бак з кислотою; 2 — кислотна трубка; 3 — водяна труба; 4 — промивний бак; 5, 10, 11 — крани; 6 — насос; 7 — котел; 8 — зворотний трубопровід; 9 — кран відбирання проб; 12 — спускоий кран; 13 — дренажна місткість; б — пристрій для очистки котлів і пароутворювачів від накипу механічним способом; 1 — силова частина пристрою (електродвигун із з'єднувальною муфтою); 2 — гнучкий вал; 3 — змінна головка; в, г — еліпсоїдна і розкидна головки для механічної очистки кип'ятильних труб котлів від накипу

ми пастами. Кожний відремонтований запобіжний клапан випробують на герметичність. Тріщини і знос різьби у корпуса живильного насоса відновлюють відповідно до типових технологічних процесів (див. розділ 3). Зношені циліндри живильного насоса розточують і шліфують під збільшений розмір поршня.

Манометри, контрольну апаратуру і електродвигуни ремонтують у спеціалізованих майстернях.

Складальні одиниці і котел піддають гідравлічному випробуванню. Котел у складі випробовують під тиском 0,2 МПа протягом 5 хв.

Ремонт газових пальників виконують у випадку втрати герметичності ущільнень трубопроводу і паливного бака та зниження пропускної здатності трубопроводів і форсунки.

Під час розбирання форсунок денце, спеціальна гайка і камера завихрення не знеособлюються. Всі ущільнювальні прокладки і гумотехнічні вироби замінюють. Вм'ятини, тріщини, непроварювання та інші дефекти бака, трубопроводів, вентилятора, паливного насоса, форсунки відновлюють типовими технологічними способами (див. розділ 3).

Кожен відремонтований пальник перевіряють тричі: на запалювання паливоповітряної суміші іскровими свічками запалювання; на спрацьовування реле факела; на зривання факела при припиненні подачі палива у пальник.

Ремонт водоелектронагрівників. Основними дефектами водоелектронагрівників можуть бути тріщини кожуха і резервуара, пошкодження трубопроводів, перегорання нагрівних елементів, знос і пошкодження температурного реле.

Тріщини кожуха заварюють газовим зварюванням, резервуарів — електрозварюванням. Перегорілі нагрівні елементи замінюють новими або виготовляють з ніхромової, фехралевого або константанового дроту. Зношені деталі температурного реле замінюють новими з наступною перевіркою дії контактного механізму і регулюванням на відключення нагрівання при температурі 85—90 °С.

Резервуар і трубопровід холодної води випробують тиском води 0,5 МПа протягом 5 хв. Складений і заземлений водоелектронагрівник випробують на тривалість нагрівання води і параметри спрацьовування температурного реле.

9. РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Обладнання по переробці сільськогосподарської продукції, окрім спеціальних, має однорідні деталі і вузли: рами, стояки, корпуси, барабани, вали, підшипники, черв'ячні і зубчасті пари, запірну і керуючу арматуру тощо.

Технологічні способи усунення дефектів типових деталей машин і обладнання розглянуті в розділах 3 і 4. Однак агресивні середовища, в яких вони працюють, викликають значну їх корозію, що потребує застосування для ремонту особливих матеріалів і спеціальних технологічних прийомів.

У процесі експлуатації обладнання переробних підприємств близько 80 % затрат на ремонтні роботи пов'язані з усуненням корозії деталей, а для компенсації корозійно-механічного зносу при проектуванні деяких апаратів передбачено запас товщини, внаслідок чого непродуктивно втрачається до 20 % металу.

9.1. ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Технологічні середовища переробних виробництв за складом дуже різні. Умовно їх можна поділити на органічні та неорганічні. До перших відносяться вуглецеві органічні з'єднання рослинного і тваринного походження (білки, вуглеводи, жири, дубильні і фарбуючі, альдегіди тощо); до других — водні розчини неорганічних кислот, солей тощо.

Виробництво харчових продуктів пов'язане з гідравлічним транспортуванням і миттям сировини, гідролізом і екстрагування. Для їх здійснення використовують велику кількість допоміжних речовин: воду, неорганічні кислоти (HCl, H_2SO_4, H_2SO_3), луги, хлориди, водні розчини аміаку і спирту. У багатьох випадках технологічні середовища потрапляють на тертьові поверхні деталей обладнання й активно діють на їх зношування та корозійне руйнування.

За характером взаємодії з металами рідкі середовища поділяють на хімічно активні і поверхнево активні разом з поверхнево активними речовинами (ПАР). До хімічно активних середовищ відносять одні розчини електролітів — кислот, лугів, солей. Молекули речовин, розчинені в цих середовищах, здатні дисоціювати, обумовлюючи проходження електрохімічних корозійних процесів. Поверхнево активні середовища містять речовини з полярними (асиметричними) молекулами, які адсорбують на поверхні твердих тіл, утворюють структурну плівку.

Під дією дотичного і нормального навантаження адсорбційні шари ПАР виявляють здатність до найлегших тангенційних ковзань і високого опору стисканню. Разом з тим вони відштовхують одну від одної металеві поверхні, які зближаються, а потрапляючи на ділянки з поверхневими дефектами, сприяють відокремленню (диспергуванню) поверхневих шарів металу.

Процеси, які викликають знос і корозію деталей вузлів, у цілому обладнання в різних умовах, проходять по-різному і залежать від багатьох факторів. Однак фактори, що характеризують знос

або корозію, не завжди виявляються окремо, оскільки вони супроводжуються іншими явищами, які прискорюють руйнування деталей.

Найрізноманітнішими за складом і властивостями є технологічні середовища *бурякоцукрового виробництва*. Цукрові заводи оснащені різноманітним високопродуктивним обладнанням, виконаним в основному з чорних металів. Метал обладнання цукрових заводів експлуатується у жорстких умовах тертя, навантаження і агресивного впливу корозійно активних середовищ при підвищених температурах.

Дифузійний сік являє собою 15%-ний водний розчин сахарози і несахарози. Він містить майже всі несахари, що знаходяться у буряках у нерозчиненому стані, а також ті, що переходять у розчин у процесі дифузії. До несахарів дифузійного соку відносяться азотисті речовини, амінокислоти, бетаїн і безазотисті речовини (органічні кислоти, пектинові речовини, сапонин).

Середовища цукрового виробництва багатокомпонентні і містять щавлеву, молочну, янтарну, яблучну, винну, лимонну та інші органічні кислоти; різні мікроорганізми; солі калію, натрію, кальцію, магнію, сірчаної та інших кислот; значну кількість розчинних і нерозчинних речовин; кисень, сірчистий газ, хлориди та інші з'єднання, які поряд з оранічними кислотами впливають на значення водневого показника pH і швидкість корозійних процесів. У свою чергу продукти корозії стимулюють мікробіологічні процеси.

Агресивність повітряного середовища у виробничих цехах цукрового заводу підвищується через його велику вологість, а також наявність у ньому сірчистого і вуглецевого газів, парів органічних кислот та інших агресивних речовин.

Найшвидше зношується транспортна система. У ремонтний період як консерванти застосовують сурик, оліфу, вапнякове молоко, автол, відпрацьоване машинне масло тощо.

Трубки нагрівання дифузійного соку піддаються точковій корозії, яка переходить у наскрізну. Точкова корозія виникає при наявності на поверхні металу сторонніх включень, які перешкоджають нормальному руху соку. На ділянках завихрення і руху соку збираються бульбашки газів і пари, які стимулюють корозійні процеси.

Сульфататори, у тому числі і рідкоструминні, пошкоджуються локальною точковою корозією і мають механічний знос, а дискові фільтри (рамки, сітка, корпус) — рівномірну корозію. Інтенсивніші корозійні процеси розвиваються по зварних швах.

Відцентрові насоси у технологічному середовищі піддаються кавітаційно-ерозійному зносу. При цьому середовище поряд з механічним, отримує значний корозійний (хімічний) вплив на контактуючу поверхню (робоче колесо, корпус, вал). До агресивних середовищ буряково-цукрового виробництва відносять і газоводні

суміші, які створюються водокільцевими вакуумними насосами при отриманні розрідження для технологічного обладнання: теплотехнічної апаратури і вапняково-газових печей. Насоси під час роботи у суміші вода — повітря мають строк служби до 6 років, а у суміші вода — вуглекислий газ — до 2 місяців і приходиться замінювати повністю ротор і вал. Різке збільшення зносу металу насосів у результаті кавітаційної ерозії обумовлене наявністю вуглекислоти, в присутності якої утворюється пориста плівка окислів на поверхні металу і вільний доступ кисню.

Буряконасоси піддаються абразивному зношуванню, а грабельні конвеєри жому — корозійно-ерозійному.

Елеватори сирого жому піддаються атмосферній корозії. Це особливий вид корозії, при якій електропровідним середовищем є тонкі шари електроліту, які безпосередньо потрапили на поверхню металу із атмосферних опадів внаслідок конденсації і адсорбції вологи.

Внутрішня поверхня трубопроводу, по якому протікає агресивне середовище або коли в ньому є вода, при підвищеній вологості навколишнього повітря піддається суцільній корозії на глибину 1 мм і більше на рік.

Існуючі методи захисту трубопроводів від внутрішньої корозії грунтуються на застосуванні цементно-піщаного покриття, яке складається з розчину високоякісного цементу (не менше М-400), піску і води у співвідношенні 1 : 1. Пісок має проходити через сито з отворами 0,14 мм.

Підготовлений розчин наносять відцентровим способом без підготовки поверхні за допомогою спеціальної установки. Труби з таким покриттям можуть застосовуватися для транспортування технічної, питної, барометричної, хімічно очищеної води на розрахунковий тиск 2 МПа.

Труби, у яких транспортуються агресивна рідина або гази, можна захищати при відповідній підготовці поверхні різними лакофарбними матеріалами: етиноловою фарбою ЭКА-15, полімерною сполукою ЭЛ-755, а також сполуками на основі поліетилену, поліефірної композиції, епоксидної смоли з порошків методом напилення.

9.2. РЕМОНТ АПАРАТІВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Всі переробні підприємства використовують теплові апарати для обробки харчових продуктів. Розглянемо способи ремонту їх найхарактерніших вузлів та агрегатів.

Теплообмінник ремонтують у випадку забруднення поверхні теплообміну і пропускання рідини.

Ремонт теплообмінних апаратів передбачає очистку поверхні нагрівання від накипу та інших забруднень, усунення несправнос-

тей і дефектів трубопроводів. Крім цього ремонтують запірні пристрої та ізоляцію.

Очистка поверхні нагрівання. Накип видаляють із стінок апаратів за допомогою мінеральних та органічних речовин.

Вибір методу очистки залежить від конструкції поверхні нагрівання (трубчастка, пластинчата). Основними із цих методів є такі.

Хімічна очистка, яка виконується при очищенні міжтрубного простору. Пом'якшення осаду на поверхні нагрівання досягається за допомогою кальцинованої і каустичної соди. Потім накип розчиняють слабким розчином соляної кислоти.

Термічна очистка грунтується на використанні різниці коефіцієнтів теплового розширення накипу і металу. Поверхню нагрівання (звільненого від рідини апарата) спочатку підігрівають редуційною перегрітою парою, потім охолоджують холодною очищеною хімічним способом водою. Внаслідок цього частинки накипу відокремлюються від поверхні нагрівання і видаляються вручну або промиванням. Цей метод застосовують, якщо встановлено, що накип при нагріванні стає твердим і крихким.

Гідравлічна очистка грунтується на здатності води при великій швидкості (понад 50 м/с) видаляти накип. Цим способом видаляють пухкий накип і шламоутворення.

Механічна очистка — це видалення накипу зішкрябуванням або вибиванням інструментом та різними пристроями.

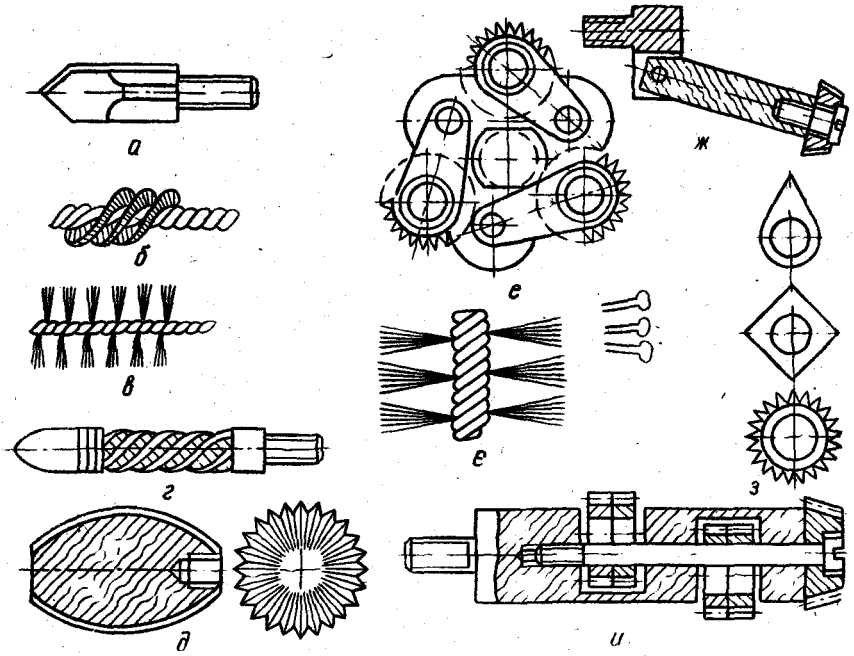
Інструмент для механічної очистки поділяють на дві групи: що не пошкоджує внутрішню поверхню трубок (рис. 9.1 а, б, в, г), та здатний пошкоджувати їх (рис. 9.1 д, е, є, ж, з, и). Відцентрові шарошкові головки (рис. 9.1, е) мають маркування: ГД — вказує на застосування для видалення твердого накипу; СБ — для м'якого накипу. Наступні за буквою цифри вказують, труби яких діаметрів можна нею очищати.

Очищають труби шарошками, які приводяться в рух від електродвигуна або гідропривода через гнучкий вал або шланг. Кожну трубу «проходять» шарошками зверху вниз і у зворотному напрямку. Під час очистки в трубу подається вода для змивання накипу і охолодження шарошок головки.

Під час очистки деяких конструкцій теплообмінних апаратів з трубчастою поверхнею теплообміну доцільно застосовувати приводи із зворотно-поступальним рухом, використовуючи тельфери або електролебідки.

Основним недоліком механічних методів очистки є можливість пошкодження поверхневого шару металу, що призводить до швидкішого зношування труб. Крім того, ці методи трудомісткі і не забезпечують повної очистки від накипу, особливо у важкодоступних місцях.

Очистка поверхонь нагрівання має бути якісною. Її перевіряють старанним оглядом зовні і всередині.



9.1. Інструмент для механічної очистки труб:

а, б, в, г, е — пристрої, які не пошкоджують внутрішню поверхню очищуваних трубок; д, е, ж, з, и — пристрої, здатні до пошкодження

Ремонт поверхні нагрівання. Характер ремонтних робіт визначається конструкцією поверхні нагрівання. Ремонт трубчастої поверхні нагрівання включає: вилучення труб, які підлягають заміні; підготовку нових труб і трубної решітки; встановлення і розвальцьовування труб випробування.

Ремонт теплообмінників типу «труба в трубі» складається з таких операцій: огляд поверхні нагрівання; перевірка надійності кілець; заміна прокладок; частковий ремонт труб; випробування. Ремонт пластинчастих теплообмінників зводиться до заміни дефектних пластин і гумових прокладок.

Найпоширеніші теплообмінники з трубчастою поверхнею нагрівання. Огляд поверхні нагрівання виконують після очистки апарата від накипу під час гідравлічного випробування під тиском 0,3—0,5 МПа. Якщо деякі трубки підтікають ще до досягнення пробного тиску, їх заглушують дерев'яними пробками і продовжують випробування.

Під час опресовування апарата перевіряють стан трубної решітки, щільність вальцьових і фланцевих з'єднань, зварних швів.

Після гідравлічного випробування видаляють невелику кіль-

кість трубок для вибіркового огляду (3—5 трубок). Видалені трубки оглядають, фіксують розміщення корозійних і ерозійних поверхонь, визначають товщину металу у найбільш пошкодженому місці. Після обстеження зношені трубки замінюють новими.

Не можна вилучати трубки зубилом, щоб не зіпсувати поверхню очка у трубній дошці. Кінці труб обтискають гвинтовим пристроєм у вигляді кліщів, які не псують очок. Зусилля обтискання виникає у випадку загвинчування гайки.

Ремонт трубчастих дощок зводиться до усунення тріщин електрозварюванням і підготовки очок. Для видалення бруду та мастила очки у трубній дошці промивають дихлоретаном, після чого зачищають за допомогою машини енерготехмонтажу або головки, на яку клеєм наклеюють кардострічку або наждачне полотно. Привод головки — від механічного дриля. Після зачищення до металевого блиску очко обдувають і всі очки перевіряють.

Виправлення очків у випадку наявності конусності та еліптичності виконують за допомогою розсувних розверток.

Перед встановленням труб очко повинно мати чисту блискучу поверхню.

Ремонт і підготовка труб. Основними дефектами труб поверхонь нагрівання є зовнішня і внутрішня корозія, знос стінок труб зовні, утворення свищів, тріщини у місцях розвальцьовування труб і свищі у стиках.

Під час ремонту на місці на зношені зовнішні стінки труб газовим пальником виконують наварювання. В окремих випадках правлять погнутості, здуття і вм'ятини, вирізають дефектні ділянки і зварюють вставки з нових труб. Погнуті труби виправляють за допомогою скоб гвинтовим натискачем, попередньо нагрівши трубу газовим пальником.

Невеликі здуття на кип'ятильних і екранних трубах усувають шляхом нагрівання газовим пальником до червоного кольору, з наступною оправкою ручником врівень з трубкою. Труби з вм'ятинами виправляють нагріванням пошкодженого місця і протягуванням за допомогою троса кулі діаметром, трохи меншим внутрішнього діаметра труби.

Вийняті з апарата і очищені труби при наявності невеликих поздовжніх тріщин або раковин відновлюють газовим зварюванням.

Іноді використовують зварні труби. Зварювання виконують газом. Для забезпечення співвісності труб, які зварюються, використовують спеціальний пристрій. Відрізають труби за розміром, який забезпечує необхідний вихід розвальцьованого кінця труби з трубних дощок. Ріжуть труби ручною або приводною ножівкою чи дисковою пилкою, контролюючи перпендикулярність кінців після нарізання. Після обрізання знімають фаски з боку внутрішнього діаметра.

Кінці труб, що розвальцьовують, відпалюють на довжині 150—200 мм на деревному вугіллі або дровах. Латунні труби відпалюють при 640—660 °С з охолодженням на повітрі, а з червоної міді до 620—650 °С з охолодженням у воді. Безшовні стальні труби відпалюють при температурі 550—600 °С, якщо товщина стінки не перевищує 2 мм і при 900—950 °С, якщо товщина 2,5 мм та більше. Електрозварні труби і труби із нержавіючої сталі не відпалюють. Підготовку труб до встановлення закінчують зачищенням їх кінців машиною ФАД Центроенергомонтажу, яке виконують безпосередньо перед встановленням.

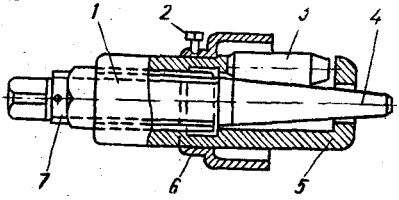
Вальцювання ділиться на дві операції — встановлення і прихоплення труб, кінцеве завальцьовування.

Оптимальний ступінь розвальцьовування труб (1—1,5 %) визначають за формулою:

$$H_о = (Д_к - Д_н)\, Д_о,$$

де $H_о$ — ступінь розвальцьовування, %; $Д_к$ — кінцевий внутрішній діаметр розвальцьованої труби, мм; $Д_н$ — початковий внутрішній діаметр труби перед розвальцьовуванням, мм; $Д_о$ — діаметр очка до розвальцьовування, мм.

Вальцювальний інструмент підбирають, виходячи з технології вальцювання. Широко використовується гвинтова вальцівка (рис. 9.2).



9.2. Гвинтова вальцівка:
1 — подавальна втулка; 2 — стопорний гвинт; 3 — ролик; 4 — шпиндель; 5 — корпус; 6 — установче кільце; 7 — упорне кільце

Вальцівка складається з трьох роликів і конічного шпинделя. При подачі вперед шпиндель натискає на ролики, які натискають на внутрішню частину труби. Обертаючи шпиндель, за допомогою рукоятки, примушують ролики перекочуватися по внутрішній поверхні труби, поступово розтягувати її стінки і збільшувати діаметр.

Вальцювання труб виконують якомога швидше після зачищення очків і кінців труб. При цьому особливу увагу приділяють якості вальцьованого з'єднання. Якщо при гідровипробуванні труба ніткає, підвальцьовувати її більше 2—3 разів недопустимо.

Ремонт гідромеханічних машин. Мішалки є найпростішими і найпоширенішими у харчовій промисловості гідромеханічними машинами. Вони бувають двох типів: вертикальні та горизонтальні.

Вертикальні мішалки ремонтують після повного видалення решток продукту й очистки. Основними вузлами, які ремонтують, є корпус, привод, змішувальний пристрій, опорні пристрої вала, пристрої для встановлення термометрів, рівномірів тощо.

У горизонтальних мішалках ремонтують корпус, привод, змішувальний пристрій, підшипники і сальники. У горизонтальних мішалках-кристалізаторах, крім вказаних вище вузлів, ремонтують поверхні теплообміну, сальникові пристрої і перехідні труби, які іноді збільшують у діаметрі.

Ремонт змінювального пристрою складається з обстеження стану дисків охолодження і особливо якості зварних швів.

Виявлені дефекти (тріщини, раковини, порушення суцільності листа, корозійні руйнування — піттінги тощо) усувають зварюванням окремих ділянок пошкодженої поверхні теплообміну.

Відстійники застосовують для освітлення рідин і згущення суспензії. У них ремонтують корпус, трубовал, скребки для видалення осаду, конічні перегородки між секціями (яруси), привод, трубопроводи для відведення деканату і запірна арматура.

Новий тип відстійника (з фільтрувальним шаром осаду) ремонтують в основному так як і гравітаційний. Додатково ремонтують пристрої для гасіння піни та приготування суспензії поліакриламіду. Особливу увагу звертають на горизонтальність патрубків для відведення деканату на кришці відстійника.

Центрифуги бувають періодичної і безперервної дії, які поділяються на фільтрувальні і відстійникові (осаджувальні). Вони можуть бути вертикальними і горизонтальними. Найпоширеніші вертикальні фільтрувальні підвісні центрифуги періодичної дії з ножовим видаленням осаду або саморозвантажувальні.

У центрифугах ремонтують такі основні вузли: фільтрувальні і підкладочні сита, електродвигун, підвісну головку із з'єднувальною муфтою та гальмом, живильник з пристроєм для завантаження продукту, пристрій для промивання та видалення осаду, кожух барабана (ротора), пристрій для розпізнавання відтінків (сегрегатор) і несучу конструкцію.

Під час ремонту центрифуг особливу увагу звертають на технічний стан барабана. Для діагностики використовують ультразвукові установки, за допомогою яких виявляють дефекти — тріщини, риски, надрізи, стан зварних швів, зон біля них і наявність різних включень. Ротор і вал в умовах підприємства ремонту не підлягає, їх замінюють новими. Динамічне балансування вала з барабаном виконують спеціалізовані організації і оформляють відповідним актом. Ремонтують і замінюють також деталі механізму зрізання і пристрою для промивання продукту. Зазор між ситом і лезом ножа механізму зрізання має бути однаковий по всій висоті (3—4 мм).

У горизонтальних фільтрувальних центрифуг ремонтують фільтрувальні та підкладочні сита, вал з підшипниками, електропривод, пристрої зрізання осаду, живильну трубу, розвантажувальний бункер, корпус та станину.

Відстійні центрифуги безперервної дії зі шнековим вивантажен-

ням осаду оснащені диференціальним або планетарним редуктором у приводі внутрішнього барабана, а зовнішній барабан приводиться в обертання клинопасовою передачею від електродвигуна.

У відстійній центрифузі ремонтують електропривод, зовнішній і внутрішній барабани, вивантажувальний шнек, підшипники, кожух і станину.

Пульсуючі центрифуги безперервної дії ефективно працюють на розділення суспензій, які важко відфільтровуються і для розділення яких потребується тривале фугування.

У пульсуючій центрифузі ремонтують: електропривод головного вала і масляного насоса, чотириступінчастий ротор, головний порожнистий вал, завантажувальну трубу і вивантажувальний конус, днище штовхача і ротора, кожух і станину.

Центрифуги з інерційним навантаженням осаду відрізняються високою продуктивністю. У них ремонтують фільтрувальний барабан з підкладочним і фільтрувальним ситами, завантажувальний пристрій, розподільник, вал з підшипниками, зовнішній і внутрішній кожухи, пристрій промивання осаду і підігріву суспензії, електропривод, систему централізованого мащення, амортизатори і опорну конструкцію. У вібраційних центрифуг, крім того, ремонтують пристрій для вібрації.

Ремонт пневматичних пресів. У процесі експлуатації преса зношуються гумові поршні, втулки, манжети, кільце, фланець, різьба на кінцях стяжок, облицювання пресувальних полок деталі редуктора і крана керування. Якщо під час руху пресуючих полок втулки заїдають, то полки знімають з преса і розточують втулки на більший діаметр. Наліт на штоці зачищають наждачним папером. Зношені деталі замінюють новими.

Основні причини порушення нормальної роботи клапанів і золотників пневмосистеми пресів такі: потрапляння в них сторонніх частинок, заїдання і зношування ущільнюваних колець. Для усунення цих несправностей деталі системи промивають у гасі, а кільця замінюють. При закупорюванні отворів деталі відмочують у гасі і продувають чистим сухим стисненим повітрям. Проколювати отвори забороняється, оскільки на їх внутрішніх стінках утворюються заусениці, які скорочують строк служби ущільнення рухомих з'єднань. Зношені клапани, латунні трубки і гумові рукави пневмосистеми замінюють.

9.3. РЕМОНТ ТРАНСПОРТНОГО ОБЛАДНАННЯ

На переробних підприємствах широко застосовують стрічкові і ланцюгові конвеєри.

Ремонт стрічкових конвеєрів. Основними вузлами стрічкових конвеєрів, які піддаються зношуванню і пошкодженням, є привод-

на і натяжна станції, тяговий і робочий органи — стрічка, опорні ролики і напрямні для стрічки.

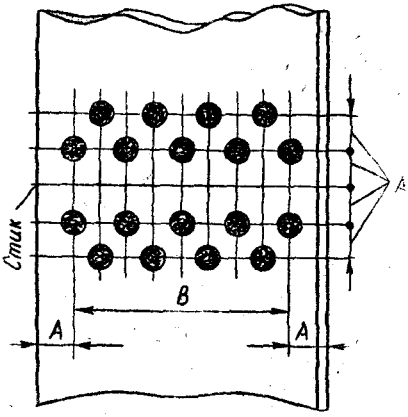
У приводній і натяжній станціях та в опорних роликах зношуються в основному підшипники, вали, передачі приводного механізму. Ремонтують їх звичайними способами.

Відповідальним і важливим є ремонт прогумованої стрічки, до основних дефектів якої відносяться тріщини, розшарування і розриви. Ці несправності усувають, не знімаючи стрічки за допомогою переносного вулканізатора.

Залежно від ступеня зносу стрічку частково або повністю замінюють. Зношені кромки підшивають, стики прошивають пасами.

Найпоширеніший спосіб з'єднання (зшивання) стрічки — внапусток: для тонких стрічок з розшаруванням кінців на два ступеня, а для товстих (не менше 4 прокладок) — ступінчастим розшаруванням.

Попередньо розмічають отвори у стрічці (рис. 9.3)..



9.3. Розміщення отворів на стрічці під час зшивання

Потім пробивають їх пробойником і зшивають вшивальниками.

Плоскі стрічки перед склеюванням ретельно очищають рашпілем, на чисту поверхню накладають сиру гуму і змащують 3—4 рази гумовим клеєм з просушуванням після кожного намазування протягом 30—40 хв. Після такої підготовки накладають верхній кінець стрічки на нижній так, щоб лінії обрізування і краї стрічки збігалися. Склеювати кінці стрічки починають з верхнього ступеня і в міру накладання кожен ступінь прокочують роликом, а після з'єднання прасують роликом весь кінець. Склеєну стрічку витримують добу, після чого її вулканізують. Всі операції по розмітці, обрізці і склеюванню кінців стрічки виконують на щитах.

Складання пасових передач. Під час монтажу пасових передач необхідно забезпечити паралельність валів ведучого і веденого шківів і збігання середніх площин обох шківів. Встановлення, перевірку і виправлення взаємного положення підшипників і валів пасової передачі виконують способами, розглянутими при монтажі валів і підшипників.

Шківи, які встановлюють, повинні мати чисто оброблену поверхню ободу, без задирок і забоїн. Шківи швидкісних передач необхідно точно відбалансувати на спеціальних станках або пристроях.

Робочі шківи насаджують на вал з напруженою посадкою. Холості шківи встановлюють на вали з ходовою або широкоходовою посадкою. Найпоширеніші такі способи кріплення шківів на валу: на клиновій і призматичній шпонках або на конусній шийці призматичною шпонкою.

На циліндричні вали шківи напресовують спеціальними пристроями, звертаючи особливу увагу на правильність розміщення шпонкових канавок на валу і в маточині та на щільність посадки шпонки. Для точного збігання шпонкових канавок вала і маточини при напресуванні застосовують тимчасову напрямну шпонку, яку потім виймають і замінюють постійною. Забивають шпонку ударами мідного молотка з боку торця вала. Кінець шпонки має обов'язково знаходитися врівень із маточиною.

У випадку однакової ширини ободів шківів бокові поверхні парних шківів повинні лежати в одній площині. Цю перевірку здійснюють лінійкою, а при великих відстанях натягують шнур.

Якщо шківи розміщені правильно, то лінійка або шнур торкаються кромок ободів обох шківів, зберігаючи прямолінійність напрямку.

Під час складання шківи перевіряють на торцеве і радіальне биття.

З'єднують кінці пасів одним із таких способів: склеюванням, вулканізацією, жорсткими і шарнірними металевими з'єднаннями зшиванням. Кращим способом є склеювання.

Для шкіряних пасів застосовують косе, а для прогумованих — ступінчасте склеювання нарізаних відповідним чином шарів прокладок.

Прогумовані паси вулканізують у спеціальних пристроях і пресах.

Пристрій для вулканізації прогумованих пасів з паровим підігріванням плит складається з двох чавунних плит, у яких є змійовики із труб діаметром 50 мм. Нижню плиту встановлюють нерухомо на рамі, верхню підвішують на тягах. При вулканізації пас затискають між плитами металевими балками за допомогою відкидних болтів. У верхній плиті є карман для термометра. У змійовик подають пару, яка підтримує температуру плити в межах 130—140 °С. Процес вулканізації залежно від розмірів паса триває 1—1,5 год.

Пристрій з електричним підігріванням плит складається з двох алюмінієвих ребристих плит, між ребрами яких розміщена спіраль з ніхромового дроту. При вулканізації плити стискають за допомогою балок і болтів. Для замірювання температури в одному з ребер є карман для термометра.

Для запобігання розтріпуванню кінців паса, а також для зміцнення місця стику при з'єднанні зшиванням паси прошивають струною діаметром 1,5—2 мм по всій довжині стику в «ялинку».

Натяг пасів і транспортної стрічки після складання здійснюється пристроєм, який можна встановити під будь-яким кутом до осі стрічки, що дозволяє виконати правильний її натяг.

Змонтовані пасові передачі задовольняють технічним вимогам, якщо:

пас під час руху розміщений строго посередині шківа, збігання його з однієї кромки обода і звішування не допускаються:

натяг паса не дуже сильний:

склеєний, зшитий або з'єднаний стик кінців паса не спричиняє різкої ударної дії клинового паса і не виступає із канавки шківа, і не торкається дна канавки.

Ремонт ланцюгових конвеєрів. Ланцюгові конвеєри за конструкцією близькі до ланцюгових передач. Основними вузлами і деталями, які зношуються і пошкоджуються, є приводна і натяжна станції, тягові органи — ланцюги, напрямні для тягового органа і окремі елементи робочих органів (люльки, пластини, скребки).

При ремонті ланцюгових конвеєрів виникають такі несправності тягових ланцюгів: не обертаються ролики, ролики набігають ребордами на кромки напрямних або труться втулками по їх вертикальних стінках, утворюється перекіс ланцюгів (тяговий орган складається з двох ланцюгів), з'являються поштовхи тягового органа на трасі.

Набігання роликів або тертя втулок по напрямних — результат зміщення, зближення і криволінійності напрямних. Для усунення старанно перевіряють правильність положення напрямних відповідно до установочного креслення.

Перекоси ланцюгів є наслідком нерівномірного їх натягу. Тому необхідне відповідне регулювання натяжних пристроїв.

Поштовхи під час руху ланцюгів виникають через наявність зазорів у стиках напрямних або уступів і вибоїн. Усунути цей дефект можна наплавленням металу у місцях їх утворення.

Під час ремонту перевіряють стан каркасу і станини. Деталі приводної і натяжної станції ремонтують способами, описаними раніше.

Після закінчення ремонту перевіряють плавність ходу конвеєра, паралельність ведучого і веденого вала та закріплених на них зірочок.

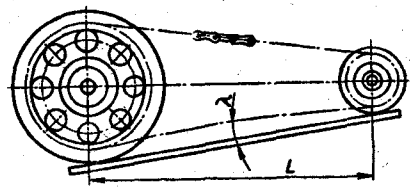
Складання ланцюгових передач передбачає встановлення і закріплення зірочок на валах, монтаж і регулювання ланцюга.

Встановлення і закріплення зірочок на валах виконується із дотриманням тих же правил і прийомів, які застосовуються при складанні шківів пасових передач. Після закріплення зірочок на валу їх перевіряють на радіальне і торцеве биття.

Биття зірочок замірюють звичайними методами. Непаралельність валів і зміщення зірочок визначають за тими ж схемами,

що й при монтажі пасових передач. Зміщення зірочок усувають регулюванням і встановленням компенсуючих елементів.

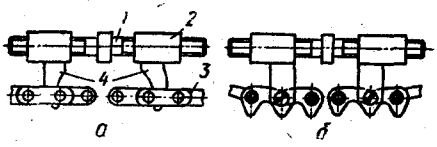
Під час роботи ланцюг має провисати. Найбільша величина провисання визначається умовами роботи ланцюгових передач. Стріла провисання f у горизонтальних і похилих (до 45°) ланцюгових передач становить до 0,02 L, а для передач з похилом понад 45° і вертикальних — 0,002—0,003 L (рис. 9.4). Ланцюг з нормальним провисанням правильно вкладається на зубах зірочок, внаслідок чого зменшується зношування деталей.



9.4. Перевірка провисання ланцюга

Ланцюги з'єднують за допомогою перехідних ланок на верстаті або безпосередньо на вузлі машини, коли ланцюги покладено на зірочки. У цьому випадку кінці ланцюга натягують за допомогою спеціальних стяжних пристроїв. Втулково-роликові ланцюги натягують за допомогою пристрою (рис. 9.5, а), який складається із стяжної шпильки 1 з правою і лівою різьбою; двох гайок 2 з приварениими до них скобами 4. При складанні ланцюга 3 скоби 4 надівають на кінцеві ролики ланцюга і, обертаючи ключом шпильку 1, натягують ланцюг.

На рис. 9.5, б зображено пристрій для натягування пластинчатих зубчастих ланцюгів.



9.5. Пристрій для натягу ланцюгів:
1 — стяжна шпилька; 2 — гайка; 3 — ланцюг; 4 — скоби

Ланцюги перед встановленням на зірочки промивають у гасі і змащують машинним мастилом. Складені ланцюгові передачі задовольняють технічним вимогам, якщо:

крок ланцюга точно відповідає кроку ланок зірочки і при прокручуванні передачі ланцюг плавно, без ударів і ривків, набігає на зуби зірочок і плавно виходить із зачеплення з ними;

змонтований ланцюг має нормальне провисання і під час руху не торкається близько розміщених деталей машини або кожуха; відстань від ланцюга до них має бути не менше 20 мм на протязі дуги огинання зірочок і не менше 50 мм на прямих ділянках рухомих віток;

ланцюги передачі працюють плавно, з рівномірним шумом, без ударів і коливань віток.

10. РЕМОНТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ І ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

10.1. РЕМОНТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

До технологічного обладнання для ремонту машин відносяться: металорізальні верстати, ковальсько-пресове обладнання, установки для зварювально-наплавлюваних робіт, гальванічне та інше обладнання для виконання технологічних процесів у ремонтному виробництві.

Для забезпечення нормативних показників якості і безвідказної роботи технологічного обладнання, технічний стан якого суттєво впливає на якість ремонту машин, застосовується комплекс взаємозв'язаних положень і норм, які визначають організацію і порядок проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту технологічного обладнання. Цей комплекс становить основу системи планово-попереджувального ремонту обладнання (систему ППР).

Системою ППР передбачено періодичне виконання технічного обслуговування, міжремонтних оглядів і ремонту технологічного обладнання.

Технічне обслуговування обладнання передбачає виконання *щоденного технічного обслуговування,* при якому обладнання оглядають, очищають і змащують, стежать за його нормальним станом; промивають агрегати і змінюють масла (перевіряють і очищають масляні фільтри, змащувальні отвори і маслянки, очищають і промивають картери, ванни, заправляють свіжим маслом). Періодичність цих операцій нормується залежно від особливостей обладнання і умов його експлуатації.

Ремонтним впливам, відповідно до системи ППР, передують планові огляди, які виконуються з певною послідовністю.

Огляд обладнання проводять між плановими ремонтами з метою перевірки стану обладнання і вияву обсягу підготівельних робіт до чергового ремонту. Під час огляду визначають величину зносу деталей, виявляють дефекти, усувають дрібні несправності, регулюють механізми і періодично перевіряють технологічну точність металорізальних верстатів.

Планові ремонти обладнання. Системою ППР передбачено виконання трьох видів планових ремонтів: малий (поточний), середній і капітальний.

Малий (поточний) ремонт заключається в заміні або ремонті невеликої кількості зношених деталей і виконанні регулювальних робіт.

Середній ремонт передбачає часткове розбирання, заміну або ремонт зношених деталей, відновлення точнісних характеристик

металорізальних верстатів та інші операції, які забезпечують роботоздатність обладнання. Середній ремонт проводять на місці експлуатації обладнання.

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання обладнання з виконанням всіх технологічних операцій, характерних загальному технологічному процесу капітального ремонту машин: розбирання, очистки, дефектації і ремонту деталей, складання, регулювання обкатки, випробування. Разом з тим ремонт кожного виду технологічного обладнання має свої особливості.

Оскільки деякі види обладнання (у тому числі і станочного) виготовляють невеликими серіями, то типова технологія їх ремонту може бути відсутня. У зв'язку з цим перед розбиранням використовують кінематичну схему (або складають її) і розробляють складальну схему, після чого починають розбирання. З метою збереження взаємного розміщення деталей при наступному складанні, під час розбирання на деталі наносять мітки стальним клеймом, керненням або електрографом.

Особливими є методи дефектації таких деталей верстатного обладнання, як станини, які при значних габаритних розмірах мають забезпечувати точність площинності і взаємного розміщення робочих поверхонь. Для дефектації деталей верстатного обладнання застосовують як звичайні вимірювальні інструменти (штангенциркулі, рівні, щупи, індикатори, мікрометри тощо), так і спеціальні контрольно-повірочні (плити, мостики, лінійки і спеціальні пристрої). На рис. 10.1 зображені схеми перевірки прямолінійності, паралельності і зігнутості напрямних станин за допомогою універсального контрольного мостика.

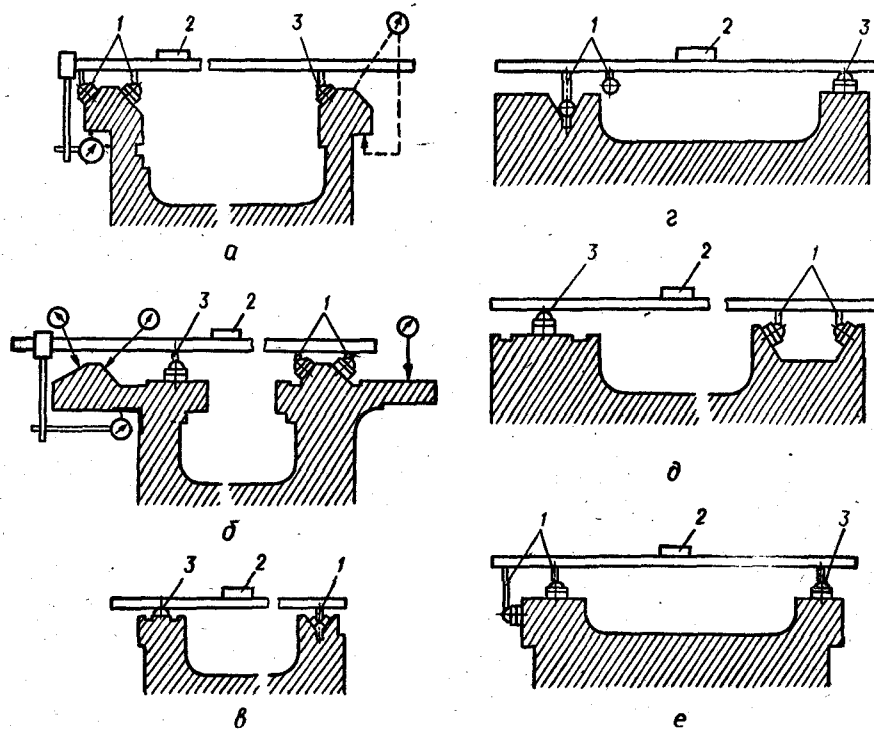
Під час ремонту (відновлення) деталей обладнання використовують в основному ті ж технологічні способи, що й при ремонті машин. Застосовують також шабрування, довідливання обломаних частин, нарощування зношених деталей самотверднучими речовинами (пластмаси на основі акрилових смол — акрипласти), наприклад, акрилат АСТ-Т, стирокрил ТШ тощо.

Важливе значення для верстатного обладнання мають операції перевірки верстатів на точність, які виконуються за спеціальними методиками.

Капітальний ремонт обладнання виконують на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Система ППР передбачає надходження обладнання на ремонт після того, як воно відпрацює певну кількість годин. Структура ремонтного циклу (час роботи між двома капітальними ремонтами), тобто порядок чергування і кількість оглядів (О), малих (М) і середніх (С) ремонтів у ремонтному циклі для різних груп обладнання різні. Так, наприклад, для легких і середніх металорізальних верстатів (маса до 10 т) структура ремонтного цикла така:

$$К — О — М_1 — О — М_2 — О — С — М_3 — О — М_4 — О — К.$$



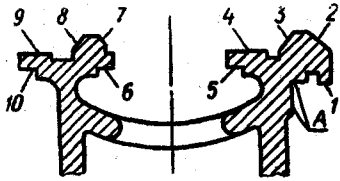
10.1. Схеми перевірки прямолінійності, паралельності і скрученості напрямних станин різного профілю і розмірів універсальним контрольним мостиком:
1, 3 — опори; 2 — рівень

Трудомісткість ремонтних операцій залежить від виду і ремонту, конструктивних і технологічних особливостей обладнання, а також від його габаритів.

Для оцінки складності ремонту металорізального, ковальсько-пресового і підйомно-транспортного обладнання прийнятий ступінь складності ремонту токарно-гвинторізного верстата ІК62, якому присвоєна 11-а категорія складності. Для цієї категорії встановлена трудомісткість капітального ремонту 385 нормо-годин (при застосуванні конкретних нормативів потрібно орієнтуватися на діючу на цей період технічну документацію). Таким чином, одиниця ремонтоскладності — це 1/11 трудомісткості капітального ремонту верстата ІК62. Категорія складності ремонту позначається буквою R, а її кількісне значення — цифрою перед буквою. Наприклад, 5R — п'ята категорія складності, до якої відноситься молот типу ПМ-50. Дані про категорію складності і нормативи трудомісткості по видах операцій, закладених у нормативно-технічних документах,

використовують при плануванні та економічних оцінках виконуваних ремонтних робіт.

Ремонт станин і супортів металорізальних верстатів. Переріз типової станини токарного верстата зображено на рис. 10.2. Найбільше зношуються поверхні 2 і 3 передньої напрямної супорта, менш інтенсивно — нижні поверхні 1, 5, 6, 9 і 10. Поверхні 4, 7 і 8 напрямних, на яких розміщена задня бабка, зношуються незначно. Цей знос неоднаковий по довжині напрямних і залежить від розміру оброблюваних на верстаті деталей. Потрапляння на поверхню робочих площин станин окалини від деталей, стружки, пилу і продуктів зношування призводить до абразивного зношування, появи місцевого виробітку, задирів.



10.2. Переріз напрямних типової станини токарного верстата

1—10 — поверхні зносу; А — нижні площини напрямної, які найменше зношуються

Під час ремонту станини у першу чергу заробляють задирки і вибоїни. Для цього застосовують замазку на основі епоксидної смоли ЭД-6 з додаванням наповнювача (алюмінієвої пудри, дрібної чавунної стружки тощо). Задири і вибоїни усувають також заплавленням латунню або бронзою з наступною обробкою заробки врівень з площиною напрямної.

Глибокі забоїни у напрямних усувають запресуванням чавунної пробки в отвір, отриманий після попереднього свердління і розгортання. Після запресування виступаючу частину пробки обробляють врівень з площиною напрямної. Глибокі вибоїни усувають встановленням вставок на гвинтах.

Вибір способу відновлення напрямних станин залежить від величини їх зносу. Так, при зносі менше 0,1 мм напрямні шабрують або притирають пастою ГОИ; 0,1—0,3 мм — шліфують або шабрують; 0,3—0,5 мм — виконують тонке стругання з наступним шліфуванням або шабруванням; понад 0,5 мм — піддають грубому, а потім тонкому струганню, після чого шліфують або шабрують.

Після стругання або навіть шліфування можлива віброобкатка напрямних кулькою або роликом на поздовжньо-стругальному верстаті за допомогою спеціального пристрою, закріпленого у різцетримачі. Створення методом віброобкатки на напрямних системи масляних канавок призводить до збільшення маслоємкості, зменшення коефіцієнта тертя, підвищення стійкості та опору схоплюванню.

Супорти ремонтують тими ж методами, що й станини. У випадку значних зносів у напрямні супорта після фрезерування вставляють вставки. Матеріали вставок: пластичні маси — тексто-

літ ПТ, гетинакс; металеві сплави — монель — метал, латунь ЛМцС58-2-2, цинковий сплав ЦАМ10-5. Вставки із пластичних мас приклеюють клеєм БФ-2 або БФ-4, а з металевих сплавів наплавляють або металізують.

Ремонт передньої і задньої бабки токарно-гвинторізних верстатів. У випадку зносу деталей передньої і задньої бабок порушується розмірний ланцюг, який визначає відстань між передніми і задніми центрами верстата. Внаслідок зносу напрямних площин порушується різниця висот між його передніми і задніми центрами. При умові встановлення підшипників шпинделя у спеціальних корпусах і фланцях знос отворів під підшипники компенсується заміною відповідних корпусів і фланців з наступним приганянням внутрішнього діаметра за підшипником і вивірюванням радіального биття (допустиме відхилення 0,01 мм). При наявності великого зносу отвори розточують і запресовують або встановлюють на клей втулки у корпус передньої бабки.

При ремонті задньої бабки відновлюють точність спряження поверхонь мостика із станиною і корпусом, точність отвору корпуса і висоту центрів передньої і задньої бабок, ремонтують або виготовляють піноль, гвинт подачі та інші деталі. Отвір під піноль у корпусі ремонтують притиранням, розточуванням з наступним доведенням і заливанням акрилопластом. Притирами ремонтують мало зношені отвори, а піноль замінюють новою. При цьому висоту центрів відновлюють встановленням на напрямні мостика компенсаційних накладок.

Складання, обкатка і випробування. Після складання і вивірювання окремих складальних одиниць приступають до загального складання. Встановлюють базову деталь (станину), вивіряють її положення, перевіряють напрямні. До станини послідовно кріплять окремі вузли. При цьому витримують взаємне розміщення їх відносно станини і між собою із дотриманням вказаних у паспорті верстати допустимих відхилень. Так, при складанні токарного верстата забезпечують паралельність осі шпинделя до напрямних станини, прямолінійність переміщення супорта, паралельність поздовжнього переміщення супорта до осі шпинделя, збігання осей передньої і задньої бабок тощо.

У процесі складання регулюють окремі складальні одиниці і деталі, підтягують клини, регулюють підшипники. При складанні забезпечують надійне прилягання окремих вузлів до станини (зазор не більше 0,04 мм).

Випробування на холостому ходу (обкатку) починають з самих малих обертів при мінімальному навантаженні і продовжують не менше 0,5 год. Після цього замінюють мастила. Випробування механізмів головного руху верстатів ведуть на всіх обертах, переходячи від малих до великих (двічі на кожному ступені). На максимальних обертах шпиндель має обертатися не менше 1 год

і до встановлення температури підшипників (для підшипників ковзання — до 70 °С, для кочення — до 85 °С).

Для прискорення обкатки використовують пристрій для обкатування вузла шпинделя, який складається з рухомого стакана і корпуса, всередині яких є таровані пружини. Хвостовиком пристрій встановлюють у шпиндель. Хвостовик пов'язаний з корпусом через радіальний і упорний підшипник. Переміщенням різцетримача у поперечному і поздовжньому напрямках створюють навантаження. Розмір його реєструється на шкалах, що знаходиться на стакані і корпусі. Обкатку виконують протягом 30 хв на мінімальних обертах, потім 2,5—3 год при 5,0—5,8 $с^{-1}$ і 1 год без навантаження.

Механізм подач обкатують також на всіх подачах. У процесі обкатки звіряють дійсні числа обертів, подач, чисел ходів повзунів, швидкість переміщення вузлів з паспортними даними. Відхилення не повинні перевищувати 5 %.

Випробування верстатів під навантаженням виконують шляхом обробки деталей-зразків на різних швидкостях при навантаженні його до величини номінальної потужності привода протягом не менше 30 хв і короткочасному перевантаженні до 25 %. Допускається незначне підвищення шуму у зубчастих передачах і не допускаються вібрації, які призводять до викришування різальної кромки інструмента.

Після вказаних операцій виконують випробування на точність і жорсткість, при якому визначають: геометричну точність самого верстата, точність обробки виробів на ньому. При цьому застосовують рівні, індикатори; мікрометри, мікрометричні нутроміри, глибиноміри, повірочні лінійки, щупи першого класу точності. Жорсткість верстата виражається величиною навантаження, прикладеного до його частин, які утримують інструмент і заготовку, що викликає певні зміни у взаємному розміщенні цих частин. При навантаженні спеціальними пристроями фіксують відхилення у положенні частин верстата. Величина їх не повинна перевищувати допустимих величин (при діаметрі обробки 200 мм і зусиллі 2 кН допустиме переміщення оправки у шпинделі 0,1 мм, для верстатів класу точності Н).

10.2. РЕМОНТ ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

У сільськогосподарському виробництві використовують асинхронні короткозамкнені електродвигуни трифазного струму потужністю до 132 кВт вологостійкого А02-ВМ і спеціального А02-СХ, ИА, ИА-СХ виконання; синхронні генератори; електрообладнання водопідйомних свердловин із заглибними електродвигунами; зварювальні трансформатори, генератори і перетворювачі; магнітні пускачі; автоматичні вимикачі; пакетні вимикачі і перемикачі;

рубильники: кнопки керування; теплові і проміжні реле; пристрої вбудованого температурного захисту.

Для забезпечення надійної роботи електрообладнання і повнішого використання його ресурсу при одночасному зниженні трудових і матеріальних затрат застосовують систему планово-попереджувального ремонту (ППР) і технічного обслуговування. Вона являє собою сукупність організаційних і технічних заходів по догляду, обслуговуванню і ремонту електросилового обладнання. Для забезпечення економної експлуатації електрообладнання при заданому рівні надійності вводиться новий вид робіт — діагностування. Визначення технічного стану електрообладнання дозволяє своєчасно усунути загрозу виникнення відказів, скоротити простої через несправності, лише в необхідних випадках проводити комплекс ремонтних та інших впливів по підтриманню роботоздатності і відновленню ресурсу електрообладнання.

Електрообладнання піддається:

технічному обслуговуванню (плановому і щомісячному);

періодичному плановому діагностуванню, яке проводиться відповідно до річного графіка. При плановому діагностуванні визначається технічний стан електрообладнання і прогнозується час безвідказної роботи вузлів і деталей, які обмежують його ресурс;

поточному ремонту, який виконують тільки при необхідності на основі даних діагностування. Строки і обсяги ремонту визначаються, виходячи з технічного стану електрообладнання (за даними діагностування);

капітальному ремонту, який виконують на основі даних діагностування. Строки і обсяги ремонту встановлюються з урахуванням технічного стану електрообладнання (даними діагностування).

Технічне обслуговування передбачає комплекс заходів з огляду, очистки, найпростіших регулювань та зміни деяких легкозамінюваних частин (щіток тощо) без розбирання і знімання електрообладнання з машин, механізмів і фундаментів.

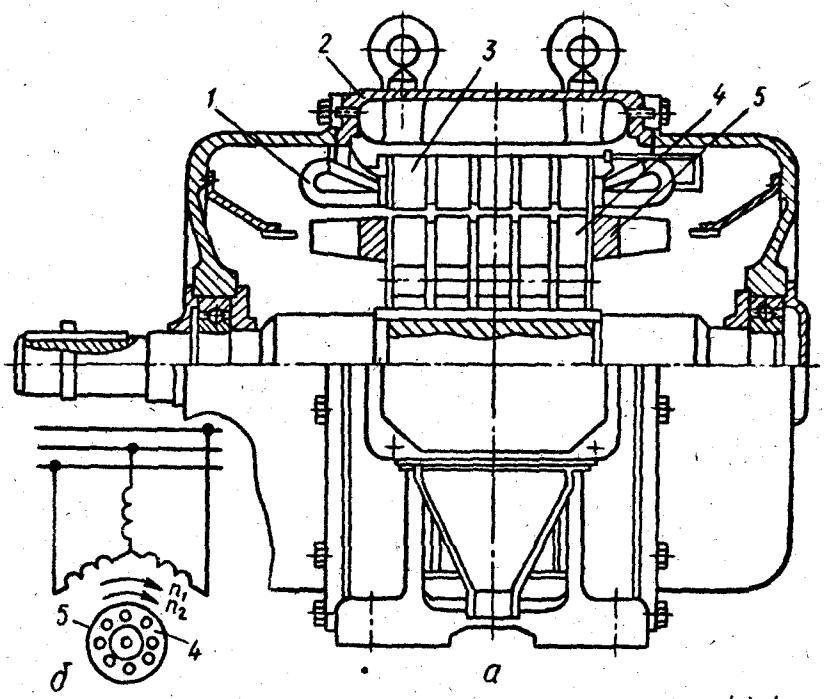
Діагностування електрообладнання передбачає визначення і прогнозування технічного стану електрообладнання на основі виміру діагностичних параметрів, аналізу і обробки результатів контролю.

Поточний ремонт електрообладнання включає операції технічного обслуговування, а також роботи по розбиранню, визначенню ресурсу обмоток, дефектації, заміні або ремонту зношених або пошкоджених деталей, усуненню виявлених несправностей і дефектів, складанню і проведенню випробувань.

Капітальний ремонт передбачає розбирання, визначення ресурсу обмоток, дефектацію деталей, заміни пошкоджених або з недостатнім ресурсом обмоток, ремонту вузлів або відновлення зношених і несправних деталей і вузлів, складання і випробування електрообладнання. Капітальний ремонт проводять з метою від-

новлення справності і повного або близького до повного відновлення ресурсу електрообладнання шляхом заміни або відновлення будь-яких його частин, включаючи базові. Капітальний ремонт, як правило, виконують у спеціалізованих електроремонтних цехах.

Ремонт асинхронних електродвигунів. Можливі дефекти електродвигунів (рис. 10.3) обумовлені сукупністю електричних і меха-



10.3. Пристрій асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором (а) і схема його включення (б):

1 — обмотка статора; 2 — корпус; 3 — осердя статора; 4 — осердя ротора; 5 — обмотка ротора

нічних пошкоджень. Найчастіше в електродвигунах виникає: обрив ланцюга, замикання між фазами обмотки або обмотки на корпус, міжвиткове замикання обмотки, пошкодження ізоляції і руйнування (розрив) провідників, знос підшипникових щитів, деформація пластин ротора і статора, згин вала ротора, обрив окремих стержнів або замикаючих кілець короткого замикання ротора, пошкодження контактних кілець фазового ротора тощо.

Для усунення несправностей в електричному ланцюгу статора пошкоджену обмотку знімають і намотують нову. При зніманні обмотки застосовують попереднє руйнування ізоляції і металевої

частини обмотувального провода з наступним видаленням з пазів статора. При відновленні обмоткового провода спочатку руйнують його ізоляцію, намагаючись зберегти цілісність металевого дроту, у решти випадках фрезою відрізають лобову частину пошкодженої обмотки з одного боку статора, випалюють ізоляцію у печі при температурі 300—350 °С і витягують з пазів решту обмотки за допомогою електро- або гідропривода і механічних пристроїв.

Статор очищають у мийній машині, просушують і продувають стисненим повітрям та вкладають попередньо заготовлену пазову ізоляцію. Потім розміщують підготовлені секції обмоток, виготовлених із м'яких котушок і вкладених у пази в один або в два шари. Котушки намотують на універсальних шаблонах. Кінці проводів укладених котушок спаюють та ізолюють.

Обмотку статора, яка пройшла проміжні контрольні випробування на правильність вкладання і з'єднання котушок і електричну міцність ізоляції, трикратно просочують лаком МЛ-92 або ПЭ-933 з просушуванням в електропечі при автоматичному регулюванні температури. Після вторинного проміжного контролю електричної міцності ізоляції обмотку статора покривають електроізоляційними емалями типу ГФ-92ХС, ГФ-92ГС і ЭП-91.

Для усунення механічних пошкоджень конструктивних елементів електродвигуна застосовують зварювання, наплавлення, паяння і деякі механічні операції.

Зношені посадочні місця у щитах під підшипники відновлюють позаванним залізненням, якщо знос становить до 1 мм на діаметр і відсутні забоїни і вм'ятини, або запресуванням втулки в розточений отвір підшипникового щита при зносі понад 1 мм посадочних місць. Зношені посадочні місця під підшипники на валу ротора відновлюють наплавленням з наступним шліфуванням. Тріщини у підшипникових щитах і станинах заварюють, а тріщини і розриви замикаючих кілець ротора запаюють. Обриви стержнів ротора усувають перезаливанням алюмінію. Оплавлені ділянки активної сталі статора очищають від наплавленого шару або вирубають з наступним встановленням замість нього деталі з твердого ізоляційного матеріалу. Дефекти колекторів усувають обточуванням, шліфуванням і поліруванням. При значних дефектах колектор розбирають.

Контактні кільця фазного ротора при підгоранні, вибоїнах, раковинах проточують на токарному станку або шліфують і полірують скляним папером № 00. Радіальне биття кілець не повинно перевищувати 0,05 мм. Дефектні ізоляційні деталі замінюють.

Після складання електродвигуни випробують і виконують такі операції: вимірювання опору обмоток (однієї відносно іншої і відносно корпуса); вимірювання опору обмоток постійному струму у холодному стані; випробування холостого ходу, електричної міц-

ності міжвиткової ізоляції обмоток; вимірювання повітряного зазора між статором і ротором.

Електродвигуни серії 4А відрізняються рядом конструктивних і експлуатаційних особливостей від серії А02, які мають безпосереднє відношення до їх ремонту і технічного обслуговування. Вони мають більш високі енергетичні показники. Оскільки у двигунах цієї серії високий ступінь заповнення паза міддю, це спричинює їх швидке перегрівання при перевантаженнях. Із цього випливає важливість і застосування для них надійного захисту від перевантажень і втрати фази.

Оскільки електродвигуни серії 4А виготовляють з високим ступенем використання активних матеріалів, при їх ремонті використовують відповідні лаки і обмотковий дріт. Такі електродвигуни не можна фарбувати іншими фарбами. Їх закриті підшипники не підлягають розконсервації.

Ремонт імпортних електродвигунів має свої особливості. Корпуси таких двигунів потужністю до 5 кВт виготовлені із сплавів алюмінію, тому випалювання ізоляції із пазів статора може призвести до короблення корпуса. При розбиранні необхідно бути обережним, оскільки вентилятори і їх захисні кожухи пластмасові. Якщо при ремонті замінити концентричну дво- або одно-двошарову обмотки імпортних електродвигунів на звичайну двошарову, то це призведе до суттєвого зниження їх перевантажувальної здатності і в результаті до зменшення міжремонтного ресурсу.

Ремонт пускозахисної апаратури і розподільних пристроїв напругою до 1 кВ. Всі види силових електроустановок оснащені пусковими, захисними, регулюючими і розподільними пристроями. До них відносяться рубильники, перемикачі, запобіжники, пакетні вимикачі, магнітні пускачі, автоматичні вимикачі, теплові реле тощо.

До типових несправностей і пошкоджень цієї групи пристроїв відносяться: надмірне нагрівання котушок пускачів, контакторів і автоматів; міжвиткові замикання і замикання на корпус; надмірне нагрівання контактів; великий їх знос тощо.

Дефекти рубильників, перемикачів і запобіжників усувають очисткою контактних поверхонь ножів патрона і губок від бруду, кіптяви і частинок оплавленого металу, підтягуванням кріпильних деталей і шарнірних з'єднань, забезпеченням щільності затяжки всіх контактних проводів тощо. Входження ножів у губки рубильників при повністю ввімкненому положенні не повинно доходити до контактних площадок губок на 2—4 мм. Якість ремонту рубильників і перемикачів перевіряють десяти-п'ятнадцятикратним вмиканням і вимиканням.

Ремонт контакторів і магнітних пускачів. Міжремонтний ресурс контакторів і магнітних пускачів визначається технічним станом утримуючої котушки. Характерні їх дефекти — пересушуван-

ня і обгорання ізоляції, міжвиткові замикання і обрив. Кожен з цих дефектів вимагає заміни котушки новою або її перемотуванням відповідно до паспортних даних.

Дефекти кріпильних, пружних контактних пускачів і контакторів усувають так, як при ремонті рубильників і перемикачів. При ремонті іскрогасильних камер контакторів і пускачів обгорілі частини замінюють.

При контролі справності контакторів і пускачів перевіряють рухомість контактних систем, механічні характеристики апаратів, якість ізоляції котушок і щільність контактних з'єднань.

Ремонт теплових реле і автоматичних вимикачів. Основними дефектами теплових реле і автоматичних вимикачів є знос, деформація і поломка деталей; підгорання контактів і затискних клем; знос тертьових поверхонь важелів і тяг; ослаблення пружин і їх поломки; з'явлення тріщин у кришці і порушення регулювань.

Відновлення роботоздатності теплових реле зводиться до зачищення контактів, заміни зношених або поломаних деталей з наступним їх регулюванням. Реле випробують навантажувальним струмом, знімаючи при цьому його характеристики у вигляді залежності між струмом спрацьовування і витримування (як без попереднього підігрівання, так і після підігрівання номінальним струмом). Зміною положення регулювального важеля добиваються відповідних регулювальних характеристик.

Автоматичні вимикачі АП-50, А-3100, АЕ-2000 та інші випускаються з тепловими і електромагнітними розчеплювачами, які перевіряються так, як теплові реле з використанням відповідних навантажувальних схем і контрольних характеристик для кожного типу вимикачів. Час спрацьовування всіх теплових розчеплювачів становить 150—200 с при струмі, який дорівнює 1,5-кратному номінальному струму електродвигуна. Роботу електромагнітних розчеплювачів перевіряють пропусканням постійного струму у 9 разів більшого номінального струму автомата.

Основні несправності вимикачів усувають так, як пускозахисних і регулювальних пристроїв.

10.3. РЕМОНТ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

На підприємствах технічного сервісу застосовують найрізноманітніше підйомно-транспортне обладнання: мостові крани загального призначення вантажопідйомністю 5 і 10 т, однобалкові мостові крани з електроталями вантажопідйомністю 1—5 т, монорейки з електроталлю типу ТЭ, консольні поворотні крани вантажопідйомністю 0,125—3,2 т, підвісні і вантажонесучі конвеєри, гідравлічні та електромеханічні підйомники, домкрати, транспортні візки, підйомно-транспортні пристрої тощо.

Відповідно до Єдиної системи ППР технічне обслуговування підйомно-транспортного обладнання (ПТМ) передбачає виконання таких робіт: міжремонтне обслуговування, зміну і наповнення масел, профілактичні випробування електрообладнання і періодичне освідчення машин, підконтрольних Держтехнагляду. Ремонт ПТМ передбачає малий, середній, капітальний і позаплановий ремонти. Основою для цього є місячний план ремонту, складений на базі річного плану. Зупинка вантажопідйомних машин на ремонт може здійснюватись також поза планом за вказівкою відповідаючого за їх справний стан.

Кранове обладнання після ремонту має відповідати Правилам Держміськтехнагляду. Дозвіл на передачу машини в експлуатацію після малого ремонту дає особа, що відповідає за її справний стан. Акт приймання підписується після закінчення випробувального строку, який для малого ремонту становить 8 год, для середнього — 16, для капітального — 24 год.

Ремонт ПТМ здійснюють: централізовано на спеціалізованих заводах або цехах, комплексними ремонтними бригадами служби головного механіка, виїзними бригадами, утворених при спеціалізованих ремонтних заводах або ремонтно-транспортних підприємствах.

Для виконання ремонту електричної частини ПТМ до складу ремонтної бригади включають електриків або ці роботи виконує відділ головного енергетика відповідно до місячного плана-графіка.

Підйомно-транспортне обладнання найчастіше ремонтують комплексним знеособленим і агрегатним методом.

За придатністю до ремонту деталі ПТМ діляться на дві групи: ті які неможливо або не дозволяється ремонтувати і ті, які можна і дозволяється ремонтувати. До першої групи відносяться стальні канати, підшипники кочення, гаки (при зносі у зіві понад 10 %), петлі, пружини з тріщинами і зломами, гальмівні накладки, клинові паси, скручені вали і вали з тріщинами. До другої групи відноситься решта типових і нетипових механізмів і деталей ПТМ.

Ремонт валів і осей. Основні дефекти валів і осей ПТМ типові для всіх видів машин. Їх усувають загальноприйнятими методами. У зв'язку з наявністю у конструкціях ПТМ довгомірних валів, характерним дефектом є прогин, який усувають правкою. При частоті обертання вала менше 500 $хв^{-1}$ допустимий прогин становить 0,15 мм на 1 м, але не більше 0,3 мм на всю довжину; понад 500 $хв^{-1}$ — 0,1 мм на 1 м, але не більше 0,2 мм на всю довжину. Прогин валів і осей менше 0,5 мм усувають механічною обробкою, понад 0,5 мм — правкою без нагрівання. Застосовують також правку нагріванням з боку випуклості. Вал випрямляється під дією внутрішніх напружень.

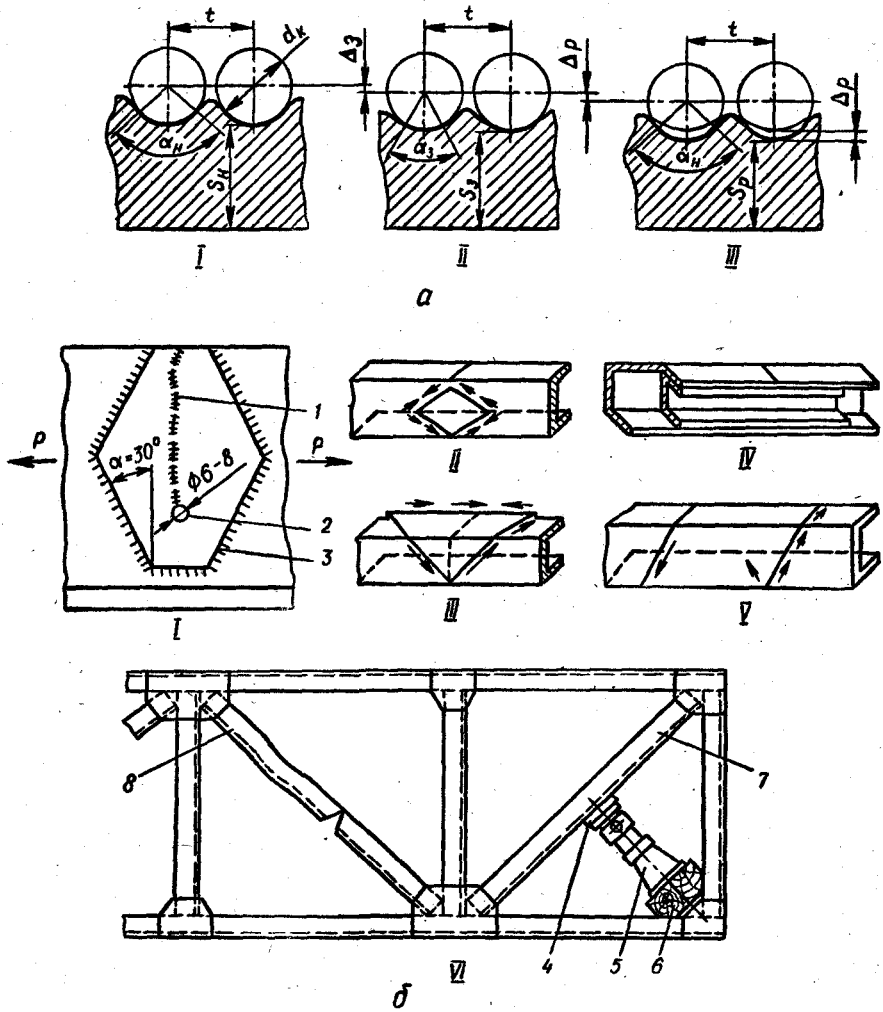
Ремонт зубчатих передач. Характерними пошкодженнями зубчатих передач ПТМ є знос зубів по товщині і руйнування; знос отворів маточин, шліців, шпонкових пазів; тріщини обода і маточин; порушення з'єднань зубчатих вінців із маточинами. Зубчаті колеса механізмів підйому кранів та інших аналогічних за відповідальністю механізмів при наявності вказаних дефектів замінюють новими, незалежно від ступеня зносу зубів за товщиною. Їх ремонтують за умови використання в інших, менш відповідальних механізмах.

Відновлення товщини зубів виконують наплавленням, коригуванням, напресуванням вінця і роздаванням. Наплавленням відновлюють шестерні та колеса відкритих тихохідних передач низької точності. Ремонт коригуванням передбачає зменшення діаметра ділильного кола колеса (більш дорогого елемента зубчатої пари) до нового ремонтного значення, при якому після механічної обробки можна отримати нормальної товщини зуб. Шестерню ж, як дешевшу деталь, виготовляють заново з позитивною корекцією.

Заміна поламаних зубів допустима тільки для тихохідних крупномодульних передач низької точності. Цей дефект усувають зварюванням вставок; загвинчуванням шпильок з наступним зварюванням; наплавленням металу у проміжках між ними і обробкою за формою зуба; наплавленням з використанням мідного шаблону.

Ремонт барабанів і блоків. Вказані деталі ПТМ не ремонтують у випадках: зменшення початкової товщини стінки барабана понад 25 %; зносу поверхні ручая (жолоба) блока понад 50 % діаметра каната; наявності тріщин на циліндричній поверхні або маточині барабана і блока; зменшення початкової товщини стінки ручая блока понад 10 %. У решті випадків вантажні барабани і блоки кранів відновлюють проточуванням ручаїв. Такий ремонт має за мету відновлення кута $\alpha_в$ (рис. 10.4, а) прилягання каната до ручая, оскільки його зменшення при зносі до $\alpha_з$ і пов'язане з цим підвищення питомого навантаження негативно впливає на роботу каната. При проточуванні міцність барабана перевіряють розрахунком у зв'язку із зменшенням товщини $S_р$ стінки на $\Delta_з+\Delta_р$. Допускають заварювання місцевих відколів і ненаскрізних тріщин у блоках. Зварювання циліндричної частини барабана лебідки дозволяють при наявності на ній однієї тріщини. Наплавлення чавунних блоків і барабанів та зварювання у них тріщин не дозволяється.

Ремонт гальма. Робочу поверхню шківа відновлюють проточуванням, якщо товщина обода після цього становитиме не менше 75 % початкової. Після чого виконують термообробку. Дозволяється наплавляти поверхню шківа. Гранично зношені гальмові накладки замінюють новими загальноприйнятими способами.



10.4. Схеми ремонту елементів конструкції підйомно-транспортних машин: а — схеми ручаїв барабана; I — новий; II — зношений $\alpha_з < \alpha_н$; III — відремонтований проточуванням; б — схеми до ремонту металоконструкцій; I — ремонт елемента з тріщиною; II, III, IV — накладання відповідно ромбовидної, трикутної і жолобчастої накладок; V — заміна дефектної ділянки; VI — правка і заміна стержньових елементів з дефектами; 1 — тріщина; 2 — отвір-деконцентратор; 3 — накладка; 4 — підкладка; 5 — домкрат; 6 — бруси; 7 — елемент, який підлягає правці; 8 — елемент, який підлягає заміні

Ремонт зубчатих муфт зводиться до відновлення зубчатого зачеплення і посадок півмуфт на валах. Ремонт втулково-пальцьових муфт пов'язаний з відновленням посадок маточин на валах і пальців в отворах. Останні обробляють під новий ремонт-

ний розмір і встановлюють пальці збільшеного розміру. Пружні елементи при ремонті замінюють новими.

Ремонт ходових коліс передбачає відновлення розмірів зношених поверхонь кочення і реборд. При малій кількості коліс застосовують ручне наплавлення, на спеціальних підприємствах по ремонту кранів — автоматичне під шаром флюсу. При цьому одне і те ж колесо можна відновлювати наплавленням кілька разів.

Ремонт зірочок конвеєрів. При однобічному зносі зубів зірочки переставляють так, щоб робочою став незношений бік. Зуби з двобічним зносом наплавляють з використанням мідних шаблонів з наступним газополуменевим загартуванням. Зірочки з поламаними зубами не ремонтують. Маточини і шпонкові пази зірочок відновлюють загальноприйнятими способами.

Ремонт металевих конструкцій. Характерними їх дефектами є руйнування зварних і заклепочних з'єднань, деформації і тріщини в елементах, послаблення болтових з'єднань. Тріщини, раковини та інші дефекти зварних швів усувають їх вирубанням з повторним заварюванням. Ослаблені заклепки замінюють новими збільшеного діаметра. Тріщини у листових елементах металоконструкцій ремонтують заварюванням пошкодженої ділянки. У відповідальних місцях заварені тріщини підсилюють накладками товщиною 0,6—0,7 товщини елемента (рис. 10.4, б). Шви накладок не можна розміщувати перпендикулярно до зусилля, яке викликає появу тріщини. Вони мають йти похило до нього. Стержньові елементи ремонтують заварюванням тріщин, вирізанням їх з одночасним накладанням ромбовидних, трикутних, коробчастих клепаних накладок, вирізанням дефектного і зварюванням у стик нової ділянки. Приварювання стержньових елементів виконують у холодному стані і з підігріванням. Незначні прогини елементів конструкції виправляють правленням без підігрівання, при значній деформації або тріщині дефектного елементу його замінюють новим.

Болтові з'єднання елементів металоконструкцій відновлюють свердлінням зношених отворів на великий розмір і встановленням болтів із збільшеним діаметром.

Ремонт електрообладнання і засобів автоматики являє собою окрему самостійну область і виконується загальноприйнятими способами.

Випробування і здавання після ремонту ПТМ — це те ж саме, що й випробування і здавання в експлуатацію після монтажу нових машин. Після опробування кожного механізму, усунення несправностей і регулювання гальм мостових кранів переходять до технічного освідчення, статичних і динамічних випробувань і здавання крана замовнику. Статичне випробування виконують вантажем, який на 25 % перевищує номінальну вантажопідйомність крана. Визначають пружну і кінцеву деформації пролітних балок

за допомогою відвісів з лінійками і покажчиків на підлозі цеху. Відрахунок виконують тричі: до навантаження, після піднімання випробуваного вантажу на висоту 200—300 мм і витримування протягом 10 хв та після опускання вантажа. При відсутності кінцевого прогину перший і останній покази мають збігатися, при наявності — кран до роботи не допускається до вияснення і усунення її причин. У випадку позитивних результатів статичного випробування виконують динамічне вантажем на 10 % більшим вантажопідйомності крана. При цьому перевіряють дію всіх механізмів на робочих швидкостях спочатку окремо, а потім разом. Після динамічних випробувань повторно оглядають кран, звертаючи увагу на справність механізмів, нагрівання підшипників, підтікання масла у розніманнях. Результати випробувань оформляють актом. При відсутності несправностей інженер з нагляду дає дозвіл на експлуатацію крана, роблячи відповідний запис у паспорті.

11. МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ МАШИН

Розрізняють часткову і повну механізацію і автоматизацію операцій і технологічних процесів. Часткова характеризується тим, що основна частина роботи виконується механізмами при безперервній участі людини. При повній механізації і автоматизації роль людини зводиться до контролю за роботою знарядь праці (машин і механізмів).

Доцільність механізації і автоматизації технологічних процесів і окремих операцій визначається необхідністю:

покращення і полегшення умов праці;

підвищення продуктивності праці на основних ремонтних роботах і покращення якості ремонтної продукції;

зниження собівартості, збільшення прибутку і оборотності оборотних засобів;

підвищення культури виробництва, скорочення працівників на підприємстві шляхом підвищення їх у престижу.

Засоби механізації і автоматизації виробничих процесів ремонтного виробництва за ступенем складності і технічним досконаленням можна розділити на такі групи:

засоби малої механізації з ручним керуванням (пристрої, механізований інструмент, шкальні прилади тощо);

механізовані стенди і установки для виконання основних, і підйомно-транспортних операцій з ручним, місцевим або дистанційним керуванням;

механізовані стенди і установки з автоматичним контролем і регулюванням основних параметрів їх роботи;

механізовані стенди і установки з автоматичним регулюванням параметрів роботи за заданою програмою і коригуванням їх залежно від збурених впливів і відхилень;

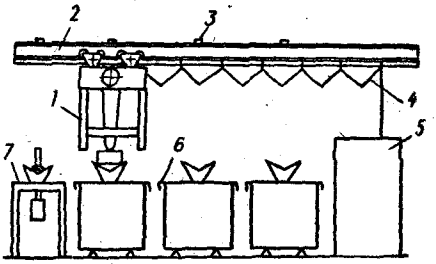
механізовані потокові лінії з ручним керуванням обладнання;

автоматичні однопроцесні і багатопроцесні лінії з заданим ритмом виконання основних і транспортних операцій;

автоматичні комплексні лінії із заданим ритмом виконання основних і транспортних операцій, активним контролем і регулюванням режимів роботи.

11.1. МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Для механізації очистки ремонтного фонду використовують струминні машини: камерні тупикові і прохідні, а також розбирально-мийні комплекси типу ОМ-1. Найповніше відповідають вимогам технології зовнішньої очистки спеціалізовані роботизовані комплекси (рис. 11.1), створені із агрегатно-модульних систем.



11.1. Схема мийної роботизованої установки зовнішньої очистки:
1 — промисловий робот; 2 — транспортний шлях; 3 — перемикач; 4 — кабель; 5 — джерело струму; 6 — мийна машина; 7 — об'єкт миття

Очистку деталей здійснюють за допомогою камерних прохідних струминних машин і методами заглиблення. Для реалізації цих методів застосовують установки ОМ-4267М ГОСТНИТИ, ОМ-2839, ОМ-9313 тощо.

З метою автоматизації операції мийки деталей для завантаження заглибної очистки використовують промислові роботи, маніпулятори. Наприклад, створені автоматизовані комплекси заглибної очистки на базі мийної машини (ОМ-12191 тощо) і автоматичних маніпуляторів, що дозволяє повністю звільнити робочих від ручної праці у вологій і шкідливій атмосфері.

Розбирально-складальні роботи. Механізація і автоматизація цих робіт грунтується на таких принципах: процеси будуються за потоковим принципом; складальні одиниці і деталі надходять у чистому вигляді, переміщення складальних одиниць і агрегатів максимально механізується.

Потоковий спосіб розбирання-складання — є найперспективнішим. Він організується на постах, де різниця трудомісткості не перевищує 10 %. Це досягається правильним розподілом операцій

по постах, застосуванням спеціального обладнання, пристроїв, інструменту, дублюванням окремих постів і наявністю на деяких постах великої кількості робітників.

Основними операціями у розбирально-складальному процесі під час ремонту машин є розбирання і складання різьбових і пресових з'єднань. Для цього в основному застосовують гайко-, гвинто- і шпильковерти, які за видом використання енергії поділяються на електричні, пневматичні і гідравлічні, а за конструктивними ознаками — без фіксованого крутного моменту, з механізмом ударної дії, із самозупином двигуна у кінці затяжки.

На ремонтних підприємствах часткова механізація розбирання-складання різьбових з'єднань здійснюється пневматичними гайковертами статичної або ударної дії. Пневмогайковерти статичної дії застосовують для різьбових з'єднань з невеликим крутним моментом до 100—250 Н·м, а за допомогою гайковертів ударні дії закручують з'єднання з крутним моментом до 1500 Н·м.

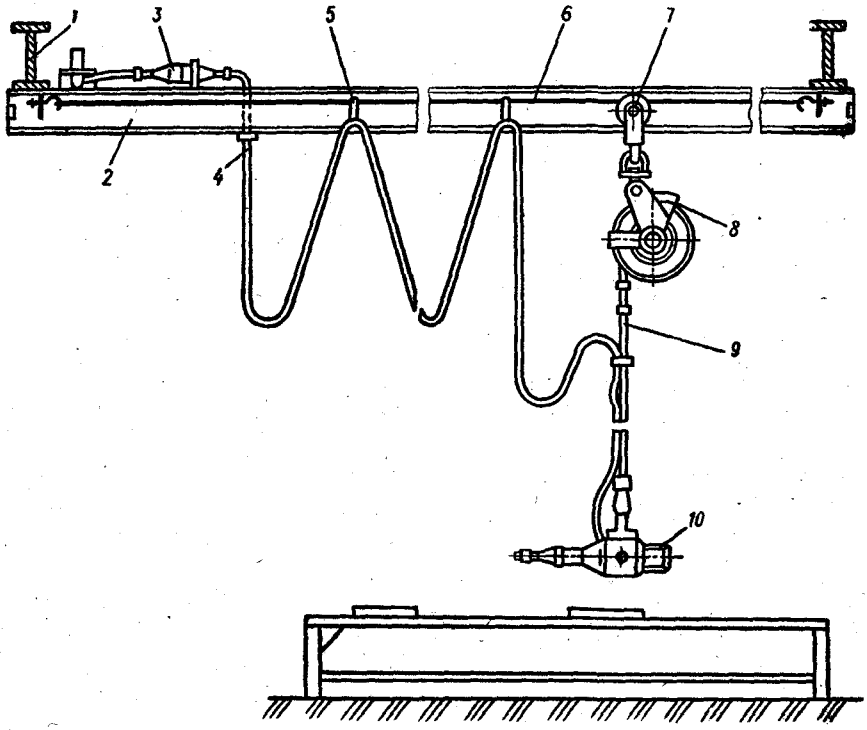
Для механізації складання і розбирання одночасно кількох різьбових з'єднань застосовують багатошпиндельні гайковерти, наприклад, для збирання-розбирання кришок корінних підшипників, що дозволяє зменшити трудомісткість робіт, підвищити продуктивність і покращити умови праці. Застосування гайковертів збільшує рівень продуктивності праці в 3—5 разів і скорочує трудомісткість розбирально-складальних робіт на 15—20 %.

Розбирання з'єднань з гарантованим натягом (пресових з'єднань) здійснюють різними способами, застосовуючи знімачі, преси, стенди і пристрої.

Для розбирання пресових з'єднань на ремонтних підприємствах застосовують спеціальні і універсальні знімачі з механічним, пневматичним або гідравлічним приводами. Напружені пресові з'єднання розбирають за допомогою пресів, які залежно від розміщення штока і напрямку зусилля діляться на вертикальні і горизонтальні, а за характером використання — стаціонарні та переносні. Застосування гідравлічного і пневматичного приводів у пресах дозволяє збільшити продуктивність праці в 3—5 разів порівняно з ручним.

Механізацію робочих місць доцільно проводити із застосуванням технологічної стелі, яка являє собою просторову металічну конструкцію, що перекриває зону дільниці, робочого місця або пристрою, на якому змонтовані механічні інструменти, оснащення і вантажопідйомні засоби (рис. 11.2). Інструменти і пристрої на такому робочому місці встановлюють на жорсткій або пластичній підвісці.

Універсальним засобом механізації переміщення складальних одиниць і агрегатів на робочих місцях є шарнірно-балансирні маніпулятори з ручним керуванням, які являють собою багатоланковий механізм з приводом у кожному суглобі, які утримують



11.2. Пост механізованого розбирання-складання:

1 — балка перекриття; 2 — балка; 3 — штепсельне з'єднання; 4 — кабель електричний; 5 — кільця металеві; 6 — дріт; 7 — двороликовий візок; 8 — балансир; 9 — трос; 10 — гайковерт

вантаж у рівновазі. Такі маніпулятори комплектуються різними захватами.

Контрольно-вимірювальні роботи. Засоби механізації і автоматизації контрольно-вимірювальних робіт під час ремонту сільськогосподарської техніки можна поділити на прилади і пристрої для контролю і вимірювань, для дефектації і сортування, механізовані та автоматизовані стенди для випробувань і обкатки.

До приладів і пристроїв для контролю і вимірювань можна віднести: пристрої для визначення стану паливопідкачувального насоса і фільтрувальних елементів, сумарного зазора у шатунних підшипниках, кутових зазорів у шарнірі карданних валів, технічного стану форсунок, герметичності прилягання клапанів до сідел головок блока тощо.

До пристроїв для дефектації відносяться пристрої дефектації втулково-роликових ланцюгів, клинових пасів, ультразвукові дефектоскопи з автоматичною системою виявлення дефекту тощо.

Застосовувані під час випробувань і обкатки вузлів і машин стенди значно механізують і автоматизують ці роботи.

Серед них можна виділити: стенди для випробування паливних насосів типу КИ-22205 з блоком електроніки; випробування і регулювання форсунок дизелів КИ-22203М на базі пневмокамери, яка працює в автоматичному режимі, а також обкатувально-гальмівний стенд з тиристорним регулюванням КИ-5662.

Ремонт деталей. Серед різних способів ремонту можна виділити зварювально-наплавлювальний, газотермічний і гальванічний.

Рівень механізації зварювальних і наплавлювальних робіт не перевищує 30—40 %. А застосування механізованих способів зварювання і наплавлення металу збільшує у 2—3 рази продуктивність праці і здешевлює вартість робіт порівняно з ручним зварюванням.

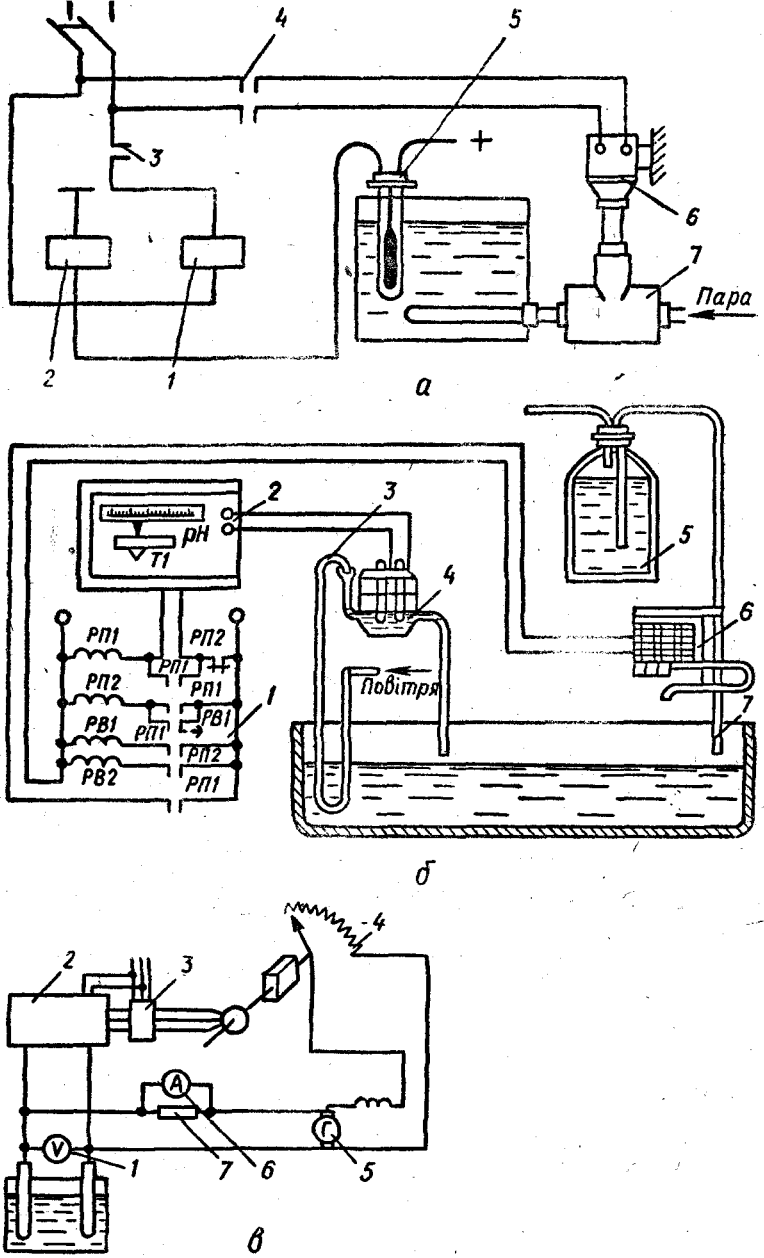
Для механізації і автоматизації електродугового наплавлення рекомендуються установки, розроблені інститутом зварювання ім. О. Є. Патона, УД-209, УД-143, У-653 і 011-1-00. Вони дозволяють наплавляти під шаром флюсу або у середовищі вуглекислого газу. Діаметри відновлюваних деталей на цих установках становлять 25—800 мм, наплавлюваного дроту — 1—5 мм, максимальний зварювальний струм 500—1250 А.

Перспективним є газополуменеве і плазмове напилення.

Зараз розроблені механізовані пости газопорошкового наплавлення 01-05-148, 01-05-149, 01-05-161. Так, пост 01-05-148 має стіл зварювальника, пальника ГН-2, шланги, редуктори, стелажі і пристрої для відновлення деталей.

Автоматизація гальванічного відновлення деталей, грунтується на можливості автоматичного регулювання властивостей покриттів у широких діапазонах шляхом зміни режимів електролізу і застосування промислових роботів для переміщення з ванни у ванну підвіски (контейнера) з деталями. На передових ремонтних підприємствах впроваджені пристрої, які дають змогу автоматично контролювати і регулювати температуру електроліту у ванні в межах 0—100 °С з точністю ±1 °С, щільність струму з точністю ±5 А/дм² і кислотність (рис. 11.3). На автоматичних лініях для нанесення гальванопокриттів рекомендується застосовувати спеціалізовані роботи тельферного і портального типів відповідно моделі ГМ 5000Ц02.01 і ГМ 5000Ц03.01. Кожна автоматична лінія складається з одного або двох рядів ванн з технологічними розчинами, спеціальної камери, робота, підготівельних стояків для зберігання і комплектування контейнерів, апаратури для керування роботами, рейкового шляху і різного допоміжного обладнання.

Автоматичні лінії нанесення гальванопокриттів можна включати до складу потоково-механізованих і роботизованих ліній відновлення деталей (ПМЛ), які дозволяють максимально механізувати і автоматизувати технологічні процеси. Зараз на цих лініях



11.3. Схеми автоматичного регулювання режимів гальванічного відновлення деталей:

а — регулювання температури електроліту: 1 — котушка; 2 — реле; 3 — проміжне реле; 4 — контакти; 5 — контактний термометр; 6 — виконавчий пристрій; 7 — електромагнітний кран; б — регулювання кислотності електроліту: 1 — автоматичний регулятор; 2 — pH-метр; 3 — аероліфт; 4 — датчик; 5 — бачок; 6 — соленоїд; 7 — трубка; в — регулювання щільності струму: 1 — вольтметр; 2 — контактний вольтметр; 3 — виконавчий механізм; 4 — реостат; 5 — генератор; 6 — амперметр; 7 — поїр

відновлюють блоки циліндрів, колінчасті вали, гільзи циліндрів, шатуни, пальці дизельних двигунів, шліцьові вали, гладенькі вали і осі, шестерні, лемехи плугів тощо.

Фарбувальні роботи. Механізація і автоматизація цих робіт спрямована на економію лакофарбних матеріалів і створення оптимальних умов праці для людей.

На ремонтних підприємствах широко застосовують пневматичне розпилення, яке менш економічне (на 20—25 %), ніж безповітряне, виконане на установці «Інгул». Для механізації процесу нанесення лакофарбних покриттів запропонована конструкція установки УОД-1 (фарбовий маніпулятор), у якої в процесі фарбування автоматично підтримуються параметри нанесення покриттів і зворотно-поступальне переміщення розпилювачів по півколу при безперервному русі виробів на підвісному конвеєрі.

Для комплексної автоматизації процесів фарбування рекомендується створення роботизованих фарбувальних установок з використанням роботів типу РП (для плоских виробів або деталей, які переміщують до них) і типу РБ (для об'ємних виробів).

Транспортні роботи і складське господарство. Для механізації складських і міжцехових перевезень широко застосовують електро- і автокари, автонавантажувачі, які комплектуються змінними захватними пристроями.

Механізація навантаження і розвантаження вантажів (у тарі і штучних) здійснюється електричними кран-балками, консольними поворотними кранами, тельферами. До засобів малої механізації підйомно-транспортних робіт на ремонтному виробництві відносяться ручні візки, блоки тощо.

Переміщення деталей, складальних одиниць і агрегатів при виконанні різних операцій ремонту, розбирання і складання здійснюється конвеєрами. На ремонтному виробництві широко застосовують пластинчасті, ланцюгові підвісні конвеєри.

11.2. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ У РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Роботизацію ремонтного виробництва застосовують при його концентрації і високому ступені спеціалізації: очистці машин і деталей; розбиранні ремонтуємих агрегатів на вузли і деталі; контрольно-дефектувальних операціях; відновленні деталей (для роботи у складі технологічних ліній); фарбувальних роботах; розвантажувально-завантажувальних і складських.

Промислові роботи надлегкої вантажопідйомності (РФ-201М, МП-90) рекомендують для основних і допоміжних операцій з ремонту електрообладнання, приладів, паливної апаратури.

Технологічні роботи призначені виключно для певних основних технологічних операцій, оскільки це обумовлюється особли-

востями кінематики і системи керування. Їх застосовують для зварювання, наплавлення (фарбування).

Універсальні роботи (РПМ-25, Бриг-10Б, Универсал 15.04) можна використовувати як для автоматизації допоміжних операцій по обслуговуванню технологічного обладнання найрізноманітнішого призначення, так і для безпосереднього виконання основних технологічних операцій ремонту машин.

Підйомно-транспортні роботи (ТУР-10, ТРТ-1-250) призначені для виконання транспортно-складських і завантажувально-розвантажувальних операцій по обслуговуванню 3—5 одиниць технологічного обладнання. Роботи цієї групи оснащені найпростішими захватами.

Змонтований на монорейці робот ТРТ-1-250 переміщує деталі загальною масою до 250 кг у спеціальному контейнері з ділянки розбирання на мийну (вантажує контейнер в очисну ванну, виймає звідти і переміщує на ділянку дефектації).

ТУР-10 можна використати безпосередньо для дефектації автоматичним вимірювальним пристроєм (індукційним, пневматичним тощо), суміщеним із захватним органом промислового робота.

Фарбувальні роботи (Колер, Контур-002) оснащені контурними системами програмного керування. Програмування промислового робота для фарбування здійснюється навчанням за першим циклом. Для цього під час фарбування першого виробу оператор вручну переміщує «руку» робота разом з фарборозпилювачем по необхідній траєкторії з потрібною швидкістю. Отримана послідовність переміщення записується у пам'яті системи керування промислового робота і може потім відтворюватися в автоматичному режимі. Можливе зберігання в пам'яті кількох програм і відтворення їх без переналадки при фарбуванні різних відремонтованих виробів.

12. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

12.1. ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

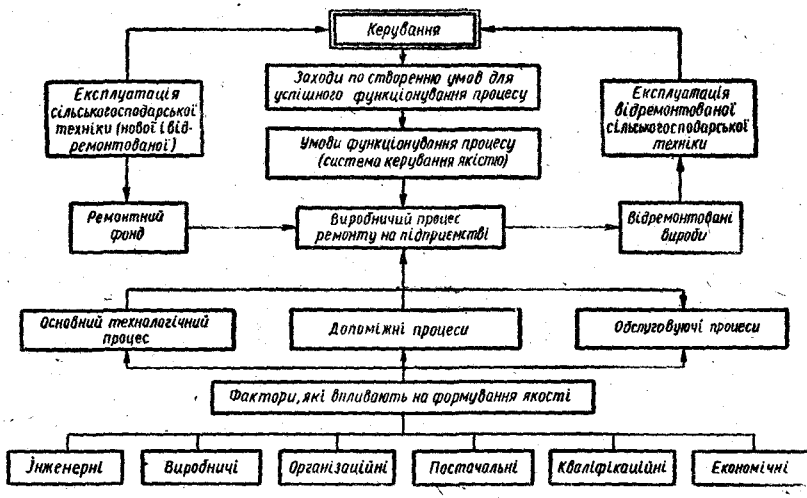
Якість ремонту продукції характеризується тими показниками, які визначають її експлуатаційну придатність. До них відносяться показники:

призначення (потужність, продуктивність, швидкість, пропускна здатність тощо);

надійності (безвідказність, довговічність, збереженість тощо);

ергономічні (гігієнічні, фізіологічні, психологічні);

естетичні (зовнішній вигляд);



12.1. Схема системи формування якості ремонту виробу

технологічні (ремонтопридатність, трудомісткість і вартість ремонту);

транспортабельність (тривалість підготовки до транспортування, встановлення на транспортний засіб тощо);

безпеки (електрична міцність ізоляції, спрацювання захисних пристроїв);

екологічні (ймовірність забруднення навколишнього середовища під час зберігання, транспортування і експлуатації).

Показники якості встановлюються такими методами:

вимірювальним — на основі технічних засобів вимірювання;

реєстраційним — на основі спостережень і підрахунку кількості певних позицій, предметів або затрат;

розрахунковим — на основі використання теоретичних і емпіричних залежностей показників якості від параметрів виробів;

експертним — на основі рішення експертів;

соціологічним — на основі аналізу бажань замовників.

У процесі ремонту якість виробу формується на окремих стадіях виробництва і залежить від впливу цілого ряду факторів:

інженерних (рівень технологічних процесів ремонту, забезпечення технічною документацією, розробка технологічності конструкції);

виробничих (технічний рівень і стан обладнання, оснащення та контрольно-вимірювальних засобів);

організаційних (забезпечення технологічної дисципліни, організація технічного контролю та праці, атестація якості продукції);

постачальних (сортимент і якість матеріалу, запасних частин);
кваліфікаційних (знання, досвід і кваліфікація робочих та інженерно-технічних працівників);
економічних (рівень цін на ремонт, заохочування щодо підвищення якості ремонту, матеріальне стимулювання).

Для підвищення якості ремонтуємих виробів необхідно об'єднати всі впливи у єдину цільову систему, яка передбачає комплекс організаційних, технологічних, економічних і соціальних заходів. Цю систему можна уявити у вигляді графічної моделі (рис. 12.1), яка складається із входу (потік ремонтного фонду), виробничого процесу, виходу (відремонтовані машини, вузли, агрегати), керування і зв'язків. Безпосередньо у технологічному процесі формування властивостей і характеристик виробів складається із основних, допоміжних і обслуговуючих робіт.

12.2. ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ

Найпрогресивнішим є статистичний метод керування якістю продукції, який передбачає:

статистичний аналіз точності технологічних процесів шляхом вивчення якісних характеристик більшої кількості відремонтованих виробів;

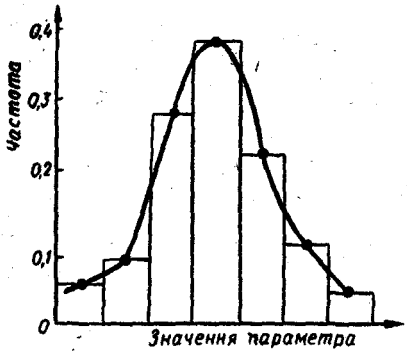
статистичне регулювання технологічного процесу шляхом коригування його параметрів за результатами вибіркового контролю параметрів відремонтованих виробів з метою забезпечення потрібного рівня якості;

статистичний приймальний контроль, який використовують як вибірковий метод, коли за якістю вибірки визначають достовірність якості всієї партії відремонтованих виробів (застосування ефективне при стійкості технологічного процесу ремонту).

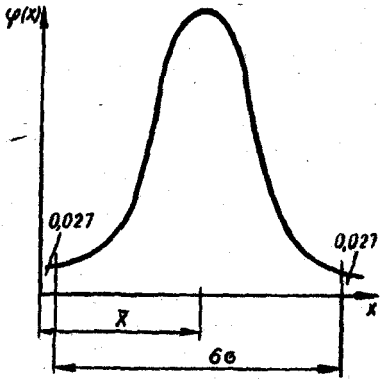
Під впливом різних факторів значення будь-якої якості ознаки (розміру, потужності, твердості тощо) варіює за певним законом розподілу. Далі розглянемо статистичний метод контролю при нормальному законі розподілу якісних значень параметра. Можливі й інші закони розподілу наприклад, Максвела, рівномірного розподілу, Вейбула (особливо для вузлів і агрегатів, які були в експлуатації).

Статистичний аналіз точності технологічних процесів виконується: порівнянням середніх значень параметра із середнім за розміром за робочим кресленням; порівнянням дисперсій; оцінкою коефіцієнта кореляції; регресійним аналізом тощо.

Розподіл якісного параметра можна уявити у вигляді графіка розподілу (полігону або гістограми), рис. 12.2. Ступінь відповідності гістограми теоретичній кривій нормального розподілу (рис. 12.3) може бути оцінена за критерієм Стьюдента.



12.2. Розподіл значень параметрів якості



12.3. Крива нормального розподілу

Середнє арифметичне значення якісного параметра:

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_i,$$

де N — кількість проконтрольованих виробів; i — номер контрольованого виробу; X_i — значення i-го контрольованого параметра.

У випадку нормального розподілу середнє арифметичне значення контрольованого параметра має дорівнювати середньому за робочими кресленнями або ТУ. Якщо ж ці величини не збігаються, тобто має місце зміщення розподілу, то визначають показник рівня настроювання (точності) процесу:

$$K_н = (X_0 - X)/\delta,$$

де X_0 — заданий центр настроювання процесу (номінал); δ — поле допуску параметра.

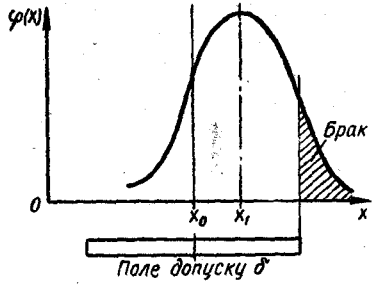
Якщо коефіцієнт точності $K_н > 0{,}05$, то поява браку дуже ймовірна (рис. 12.4).

Гранично допустимі значення коефіцієнтів точності встановлюють залежно від умов виробництва і вимог до якості продукції.

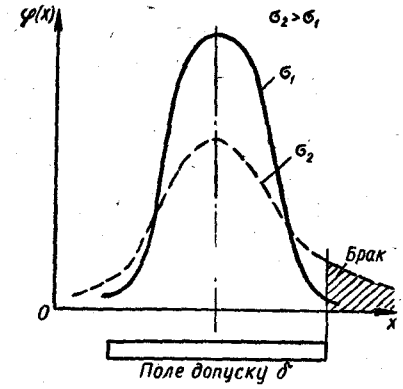
Середнє квадратичне відхилення (σ), рис. 12.5, характеризує величину поля фактичного розсіювання значень параметра. Його розраховують за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \overline{X})^2}.$$

За величиною σ оцінюють густину групування розмірів навколо середнього значення, тобто чим більше σ, тим більше поле розсіювання і нижча точність процесу, і навпаки.



12.4. Характеристика розподілу при недостатньому налагодженні процесу



12.5. Зміна поля розсіювання зі зміною σ

У випадку розподілу значень параметра за нормальним законом за межами 6σ ймовірність з'явлення показників дуже незначна (0,27 %). Тобто якщо $6\sigma \leqslant \delta$, точність процесу задовільна.

Статистичне регулювання технологічного процесу передбачає систематичне спостереження за зміною статистичних характеристик якості з метою забезпечення стійкості процесу і своєчасного виявлення відхилень.

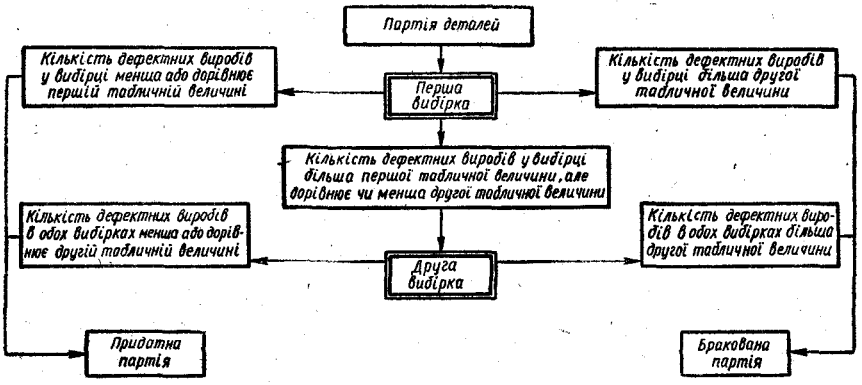
Для поточного статистичного регулювання процесу використовують контрольні карти. На них наносять лінії, які відповідають верхньому і нижньому технічним межам (межі поля допуска) і дві межі регулювання — нижню і верхню. Вихід значень контрольованого параметра за межі регулювання свідчить про відхилення в технологічному процесі ремонту. Якщо спостерігається стабільне зміщення значень в одному напрямку, то необхідне коригування процесу (налагодження станка, регулювання режимів зварювання і гальванічного покриття), покращення обкатки тощо.

12.3. ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ НА РЕМОНТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Технічний контроль — це перевірка відповідності продукції або процесу, від якого залежить якість продукції установленим технічним вимогам.

Метою технічного контролю на ремонтному підприємстві є своєчасне отримання повної і достовірної інформації про якість ремонту виробів і стан технологічного процесу.

Для кожного об'єкту ремонту (деталь, вузол, агрегат, комплектуючий виріб) вибирають найбільш відповідний виробничими умовами вид технічного контролю.



12.6. Схема проведення вхідного контролю якості запасних частин

За етапами виробничого процесу розрізняють такі **види контролю:**

вхідний — перевірка запасних частин, напівфабрикатів, комплектуючих виробів і матеріалів, які надходять на підприємство;

операційний — виконується після закінчення певних технологічних операцій. Під час цього контролю перевіряють якість продукції або технологічний процес на відповідність його встановленим вимогам. Наприклад, перевірка якості миття, контроль діаметрів отворів головок шатуна після обробки, прогину вала після правки тощо;

приймальний — є найвідповідальнішим етапом всього технологічного процесу відновлення або виготовлення деталі, складання вузла, агрегату або ремонту машини у цілому. При цьому перевіряють всі основні показники, передбачені технічними вимогами, стандартами, кресленнями і приймають рішення про придатність відремонтованого виробу до використання. Різновидністю приймального контролю є випробування вузла, агрегату і машини на спеціальному обладнанні;

експлуатаційний — призначений для перевірки правильності проведення замовником періоду обкатки відремонтованих агрегатів або машин, контроль за дотриманням правил експлуатації і технічного обслуговування, збирання і аналізу інформації про надійність продукції.

Залежно від ступеня охоплення продукції контроль межі може бути суцільним або вибірковим.

Методи контролю по відношенню до об'єкту, який перевіряють, поділяються на візуальні, геометричні, фізичні, хімічні, металографічні, механічні.

Засоби контролю. Перед вибором засобів контролю встановлюють параметри, які підлягають обов'язковій перевірці на пев-

них етапах технологічного процесу. Значна різниця умов машинобудівного і ремонтного підприємства вимагає різноманітності контрольно-вимірювальних засобів. Досить складним є контроль базисних і цілого ряду основних деталей за геометричними параметрами, оскільки у процесі експлуатації машини вони змінюються (співвісність постелей блока циліндрів, взаємне розміщення осей отворів тощо). У випадку відновлення деталей гарячими способами (наплавлення, зварювання) деталі змінюють свої механічні властивості, тому необхідно враховувати це, вибираючи методи і засоби контролю. Складання спряжень із різних за станом деталей (нових, відновлених тощо), система ремонтних розмірів додаткових деталей вимагає особливого підходу у виборі вимірювальних засобів для забезпечення належних посадок спряжених деталей.

Вхідний контроль. Однією з основних причин низької якості ремонту є якість запасних частин і матеріалів, тому значну увагу приділяють вхідному контролю.

Запасні частини, матеріали, відремонтовані по кооперації вузли і агрегати, вибірково контролюють. Але іноді через низьку якість продукції ремонтні підприємства примушені вводити суцільний вхідний контроль. Наприклад, моторемонтні підприємства — гільз циліндрів.

Придатність запасних частин, комплектуючих виробів, матеріалів і напівфабрикатів починають контролювати з вивантаження, коли перевіряють правильність їх тарування і транспортування. Перевіряють супроводжувальну документацію і відбирають певну кількість продукції для контролю.

Під час визначення контрольованої кількості виробів виходять з ризику споживача. Як правило передбачають значення ризику споживача 0,1 % і бракувального рівня ризику виробничника 1 %.

Для ремонтних підприємств рекомендується застосовувати двоступінчастий план вибіркового контролю за альтернативними ознаками.

Якщо партія виробів становить менше 50 шт., проводять суцільний контроль, якщо понад 50 шт.— вхідний за схемою, зображеною на рис. 12.6.

За результатами вхідного контролю вироби приймаються або пред'являють рекламації постачальникам.

ДОДА

Основні види дефектів деталей

Дефект	Причини виникнення дефекту
Знос	Знос — результат зношування (див. п. 1.3.)
Нагар	Розкладання паливно-мастильних матеріалів при високих температурах та виникнення на поверхні деталей твердих і смоляних відкладень
Накип	Наявність у воді солей, які при нагріванні утворюють твердий осадок
Електроерозія	Дія електричних іскрових розрядів: електрони, що вилітають з катода, вибивають на поверхні анода частки металу, які частково розсіюються в навколишнє середовище, а частково переносяться на катод
Корозія	Довільне руйнування металу внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Процес корозії протікає на межі розділу двох фаз: метал — середовище (рідина або газ). В наслідок корозії метал перетворюється в окисли або

ТОК

та їх характеристика

Характер виявлення дефекту	Приклади виявлення дефекту
Зміна розмірів, форми, а також фізико-механічних властивостей в поверхневому шарі	Спряження деталей в парах тертя. Різальні органи грунтообробних машин
Погіршення умов теплопередачі, що призводить до перегрівання деталей і навіть до виникнення тріщин	Камери згорання головок блоку циліндрів, днища поршнів, поршневі канавки, розпилювачі форсунок, запальні свічки
Утворення на поверхні деталей відкладень солей, що погано розчиняються у воді (CaCO, MgCO, CaSO, CaSiO), а також механічних домішок, які знаходяться у воді. Погіршуються умови теплопередачі, що погіршує тепловий режим роботи двигуна, викликає перевитрати палива та підвищує інтенсивність зношування	Водяна сорочка блоку і головки блоку циліндрів, радіатор, водяний насос
Ерозійне руйнування поверхневих шарів електроконтактних деталей, збільшення опору в зоні контакту, погіршення роботоздатності приладів електрообладнання	Контакти переривників-розподільників, реле-регуляторів і інших електричних приладів, електроди запальних свічок
Руйнування металу в поверхневому шарі та об'ємі деталей	Металічні частини кабін, кузовів, комбайнів

Дефект	Причини виникнення дефекту
	в гідрати окислів. Процес електрохімічної корозії пояснюється дією мікрогальванічних елементів. Електрохімічна корозія виникає в рідких електролітах та в контакті з вологими газами. Анодом і катодом можуть бути різні структурні складові частини сплаву, границя та серцевина зерна, напружена і ненапружена частина металу, чистий метал та його окисли Анодні частини завжди мають більш високий електродний потенціал і підлягають розчиненню
Пластичне деформування	Дія силових та температурних факторів, що викликають в окремих мікро- і макрооб'ємах металу напруження, які перевищують границю пружності
Тріщини	А) Втомленість металу — процес поступового виникнення і розвитку тріщин під впливом багатократних повторних силових навантажень на метал. Гранична міцність у таких умовах досягається при значно менших напругах, ніж при статичному навантаженні. До зниження втомлюваної міцності можуть призвести різні причини: недотримання радіусів переходу від одного перерізу до другого, наявність рисок подряпин, раковин та ін. Втомленість знижується при наплавлені поверхонь та електролітичних покриттях, якщо не передбачити спеціальні технологічні операції. Втомлювані тріщини виникають в поверхневому шарі, а також в об'ємі металу В) Дія силових та теплових навантажень, які викликають утворення тріщин в об'ємі металу
Поломка	Втомленість металу, силові навантаження
Втрата пружності	Знакозмінні навантаження, теплові навантаження
Втрата намагніченості	Вплив електромагнітного поля, нагрівання, вібрації

Характер виявлення дефекту	Приклади виявлення дефекту
Деформації поверхневих шарів і деформації тіла деталі в об'ємі	Шпоночні пази, шпонки, шлиці, шатуни, головка блока циліндрів
А) Виникнення поверхневих видимих та прихованих тріщин, які можуть бути виявлені спеціальними засобами. Можливі аварійні зломи	А) Поверхні шийок колінчастих валів, колінчастих осей, ланцюга
В) Підтікання води, пального, мастила	Б) Блок, головка циліндрів, корпуси агрегатів трансмісії, Тріщини в рамах
Руйнування деталі	Колінчасті вали, пружини, ресори, шатунні болти
Погіршення функціональних параметрів, які впливають на робочі процеси двигуна	Пружини клапанів, поршневі кільця, пружини, муфти зчеплення
Погіршення функціональних параметрів	Ротори генераторів змінного струму та інших намагнічених деталей

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Авдеев М. А., Воловик Е. Л., Ульман И. Е.* Технология ремонта машин и оборудования.— М. : Агропромиздат, 1986.— 247 с.

2. *Воловик Е. Л.* Справочник по восстановлению деталей.— М. : Колос, 1981.— 351 с.

3. *Ермолов Л. С., Кряжков В. М., Черкун В. Е.* Основы надежности сельскохозяйственной техники.— М. : Колос, 1982.— 271 с.

4. *Есерберлин Р. Е.* Капитальный ремонт автомобилей.— М. : Транспорт, 1989.— 335 с.

5. *Молодык Н. В., Зенкин А. С.* Восстановление деталей машин: Справ.— М. : Машиностроение, 1989.— 480 с.

6. *Мочалов И. И., Костенко С. И., Васильев В. А.* Ремонт почвообрабатывающих машин.— М. : Россельхозиздат, 1986.— 142 с.

7. Практикум по ремонту машин / А. И. Сидашенко, А. А. Науменко, В. К. Аветисян и др.; Под ред. А. И. Сидашенко, А. А. Науменко.— Х. : Прапор, 1993.— 325 с.

8. Ремонт сільськогосподарської техніки: Довід. / В. К. Аветисян, В. А. Бантковський, В. О. Деєв та ін.; За ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка.— К. : Урожай, 1992.— 304 с.

9. *Тельнов Н. Ф., Очкасов А. А., Бадаров Е. И.* Ремонт машин / Под ред. Н. Ф. Тельнова.— М. : Агропромиздат, 1992.— 558 с.

10. Техническое обслуживание и ремонт машин / П. В. Лауш, Н. В. Власенко, И. П. Столяров, В. Я. Чабанный.— К. : Выща шк., 1989.— 351 с.

ЗМІСТ

Вступ 3

1. Теоретичні основи технології ремонту машин і обладнання 7
1.1. Предмет і зміст технології ремонту машин і обладнання як наукової дисципліни 7
1.2. Зміна технічного стану машин і виникнення дефектів деталей . . . 8
1.3. Основи науки про тертя і зношування 10
1.4. Класифікація видів зношування 18
1.5. Вплив макро- і мікроструктури матеріалу деталей на їх експлуатаційні властивості 23
1.6. Загальні закономірності процесу зношування і методи визначення зносу 24
1.7. Критерії граничного стану деталей і спряжень 28

2. Загальний технологічний процес ремонту машин і обладнання 30
2.1. Основні поняття та визначення 30
2.2. Структура технологічного процесу ремонту машин 33
2.3. Діагностування об'єктів ремонту. Приймання машин у ремонт . . . 36
2.4. Розбирання машин, агрегатів і вузлів 38
2.5. Очистка об'єктів ремонту 43
2.6. Дефектація деталей 54
2.7. Загальні методи усунення дефектів зношених деталей спряжень . . 60
2.8. Комплектування деталей 65
2.9. Складання вузлів, агрегатів і машин 66
2.10. Обкатка і випробування вузлів, агрегатів та машин 71
2.11. Фарбування машин 72

3. Технологічні способи ремонту (відновлення) деталей 80
3.1. Класифікація складових частин технологічного процесу ремонту (відновлення) деталей 80
3.2. Ручне зварювання і наплавлення 80
3.3. Механізоване зварювання і наплавлення 98
3.4. Способи підвищення продуктивності і якості механізованого дугового наплавлення 111
3.5. Плазмово-дугове наплавлення 113
3.6. Спеціальні види наплавлення і зварювання 114
3.7. Газотермічне напилювання 120
3.8 Електроконтактне напікання металічних порошків 124
3.9. Електроіскрове нарощування 125
3.10. Електролітичні металопокриття 128
3.11. Застосування полімерних матеріалів 138
3.12. Компенсація зношеного поверхневого шару пластичним деформуванням 144
3.13. Компенсація зношеного поверхневого шару встановленням додаткових деталей 146
3.14. Застосування паяння під час ремонту деталей 148
3.15. Зміцнення поверхонь деталей термічною і хімічно-термічною обробкою 151
3.16. Поверхневе зміцнення деталей пластичним деформуванням 152
3.17. Термомеханічна обробка 159
3.18. Електромеханічна обробка 162

3.19. Відновлення розмірно-точносних характеристик деталей механічною обробкою 165
3.20. Електроерозійна обробка 172
3.21. Анодно-механічна обробка 173
3.22. Використання лазерної технології для відновлення деталей 175
3.23. Слюсарні роботи 177

4. Технологія усунення дефектів типових деталей 185
4.1. Основи уніфікації технологічних процесів 185
4.2. Ремонт деталей «Стержні круглі» 189
4.3. Ремонт деталей «Циліндри порожнисті» 196
4.4. Ремонт деталей «Диски» 199
4.5. Ремонт деталей підкласу «Дрібні деталі» 201
4.6. Ремонт шестерень 202
4.7. Ремонт деталей підкласу «Важелі» 204
4.8. Ремонт деталей класу «Корпусні деталі» 206
4.9. Ремонт деталей класу «Деталі просторові тонкостінні» 209
4.10. Ремонт деталей класу «Деталі площинні» 209
4.11. Ремонт деталей класу «Деталі профільні» 211
4.12. Ремонт деталей класу «Пружини, ресори» 211

5. Основи проектування технологічних процесів ремонту складових частин машин 212
5.1. Види технологічних процесів і вихідна інформація 212
5.2. Етапи розробки технологічних процесів 214
5.3. Ремонтне креслення і схема розбирання (складання) 216
5.4. Технологічна документація 222
5.5. Основи вибору оптимальних варіантів технологічних процесів . . . 223
5.6. Технологічні пристрої 223

6. Ремонт складових частин тракторів і автомобілів 233
6.1. Ремонт двигунів 233
6.2. Ремонт трансмісії і ходової частини 262
6.3. Ремонт автотракторного електрообладнання 280
6.4. Ремонт гідравлічних систем 294
6.5. Ремонт начіпного механізму 301
6.6. Ремонт кузовів і кабін 302
6.7. Ремонт пневматичних шин 304
6.8. Загальне складання, обкатка і випробування машин 308

7. Ремонт комбайнів, сільськогосподарських машин і знарядь 312
7.1. Особливості умов експлуатації комбайнів, сільськогосподарських машин і знарядь 312
7.2. Ремонт зернозбиральних комбайнів 312
7.3. Ремонт спеціальних комбайнів 318
7.4. Ремонт сільськогосподарських машин та знарядь 323

8. Ремонт обладнання для тваринництва 331
8.1. Особливості умов експлуатації обладнання для тваринництва . . . 331
8.2. Ремонт машин і обладнання для приготування кормів 332
8.3. Ремонт обладнання для машинного доїння, первинної обробки і переробки молока 333
8.4. Ремонт транспортерів 336
8.5. Ремонт обладнання вівцеферм 338
8.6. Ремонт обладнання птахоферм та інкубаторів 338
8.7. Ремонт водопровідного та водонапірного обладнання, водонапірних баків і башт 340
8.8. Ремонт систем каналізації, вентиляції і опалення 342
8.9. Ремонт обладнання для отримання гарячої води і пари 344

9. Ремонт обладнання переробних підприємств 347
9.1. Особливості умов експлуатації обладнання для переробки сільськогосподарської продукції 348
9.2. Ремонт апаратів для теплової обробки харчових продуктів 350
9.3. Ремонт транспортного обладнання 356

10. Ремонт технологічного та електросилового обладнання і підйомно-транспортних засобів 361
10.1. Ремонт технологічного обладнання 361
10.2. Ремонт електросилового обладнання 366
10.3. Ремонт підйомно-транспортного обладнання підприємств технічного сервісу 371

11. Механізація автоматизація технологічних процесів ремонту машин 376
11.1. Механізація і автоматизація технологічних процесів ремонтного виробництва 377
11.2. Застосування промислових роботів у ремонтному виробництві . . . 382

12. Забезпечення якості продукції ремонтного виробництва 383
12.1. Основи формування оптимальної якості продукції ремонтних підприємств 383
12.2. Оцінки рівня якості 385
12.3. Технічний контроль на ремонтному підприємстві 387
Додаток 390

Бібліографічний список 394

Навчальне видання

Сідашенко Олександр Іванович,
Науменко Олександр Артемович,
Поліський Абрам Якович та ін.

РЕМОНТ МАШИН

За редакцією
Сідашенка Олександра Івановича
та
Поліського Абрама Яковича

Допущено Міністерством сільського господарства і продовольства України як підручник для студентів і викладачів вищих навчальних закладів інженерних спеціальностей

Київ, «Урожай»

Зав. редакцією *О. О. Іваницький*
Редактор *Л. М. Левчий*
Художник обкладинки *В. В. Котов*
Художній редактор *Л. І. Бутко*
Технічний редактор *Л. І. Гаркавенко*
Коректор *І. Є. Дезертинська*

Здано на складання 31.03.94. Підписано до друку 08.09.94. Формат 60×84/16. Папір друк. № 2. Гарнітура літ. Друк високий. Ум. друк. арк. 23,25. Ум. фарб.-відб. 23,48. Обл.-вид. арк. 27,08. Зам. 4—1113.
Ордена «Знак Пошани» видавництво «Урожай»,
252035, Київ-35, вул. Урицького, 45.
Головне підприємство республіканського виробничого об'єднання «Поліграфкнига»,
252057, Київ, вул. Довженка, 3.

Ремонт машин / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін.; За ред. О. І. Сідашенка, А. Я. Поліського.— К. : Урожай, 1994.— 400 с.

Р38

ISBN 5-337-01568-0

Описані теоретичні основи та загальний технологічний процес ремонту машин і обладнання, технологічні процеси ремонту вузлів, агрегатів та деталей тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, обладнання для тваринництва і підприємств із переробки сільськогосподарської продукції. Розглянуті питання проектування технологічних процесів.

Для студентів та викладачів вищих навчальних закладів.

Р $\frac{3703030000—083}{204—94}$ Без оголошення

ББК 40.72.я73